



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5262

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): OKUYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/767,010

Examiner: TBA

Filed: January 28, 2004

For: POLARIZATION BEAM SPLITTING OPTICAL SYSTEM

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2003-025322

Filing Date(s): January 31, 2003

☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Dated: April 9, 2004

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:

  
Joseph A. Calvaruso

Registration No. 28,287

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



Docket No. 1232-5262

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): OKUYAMA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/767,010

Examiner: TBA

Filed: January 28, 2004

For: POLARIZATION BEAM SPLITTING OPTICAL SYSTEM

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. PTO Form 1499
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: April 30, 2004

By: 

Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

CFV00129  
US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 3 1 日  
Date of Application:

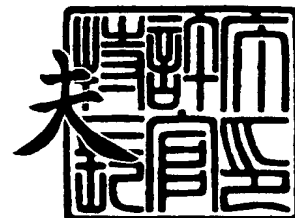
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 2 5 3 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 2 5 3 2 2 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    1 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 1 2 4 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 226061

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13

【発明の名称】 偏光分離光学系

【請求項の数】 1

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 奥山 敦

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 阿部 雅之

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100067541

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

    【識別番号】 100104628

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水本 敦也

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏光分離光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明光学系からの偏光光を反射型画像表示素子に導くとともに、前記画像表示素子からの偏光光を検光して投射光学系に導く偏光分離膜を有する偏光分離光学系であって、

P偏光とS偏光の前記偏光分離膜における位相差を $\delta$ とすると、

$$120^{\circ} \leq |\delta| \leq 180^{\circ}$$

なる条件を満足する構造を有することを特徴とする偏光分離光学系。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、偏光分離膜を用いて光を導き、画像表示素子に表示された原画の像を拡大投射する投射型画像表示装置に用いられる偏光分離光学系、投射型表示光学系に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

大画面の画像を投射表示する投射型画像表示装置として、反射型液晶表示素子を用いたものがある。この投射型画像表示装置は、反射型液晶表示素子に入射した光（照明光）を反射型液晶表示素子に表示された原画に応じて変調するとともに反射させ、この変調および反射された光（画像光）を投射光学系によってスクリーン上に拡大投射するものである。

【0 0 0 3】

このような投射型画像表示装置において、照明光を反射型液晶表示素子に導き、さらに反射型液晶表示素子で反射した画像光を投射光学系に導くために偏光ビームスプリッターが使われる場合がある。

【0 0 0 4】

ここで、偏光ビームスプリッターは、特定の偏光成分の照明光を作成する偏光子としての作用と、特定の偏光成分の画像光を作成する検光子としての作用とを

併せ持つものである。

#### 【0005】

偏光ビームスプリッターを用いた投射型画像表示装置の光学系としては、特許文献1にて開示されているものがある。この公報にて開示の光学系は、本願図31に示すように、偏光ビームスプリッター101と反射型液晶表示素子102との間に1/4波長板103を配置し、偏光ビームスプリッター101の偏光分離膜104で反射した後の偏光方向113が、図31中のX軸方向に対して傾いてしまう光線111に対して、1/4波長板103の進相軸105をX軸方向105に設け、光線111が1/4波長板103を往復で2回通過することにより、X軸に対して傾いた偏光方向113をX軸に対して反転させ、光線112における偏光分離膜104のS偏光の方向114と一致させるものである。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特公平7-38050号公報

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、投射画像の明るさをより明るくしようとする、照明系のFナンバーを明るくする、すなわち偏光ビームスプリッターに入射する光の角度を大きくする必要があるが、これによって偏光ビームスプリッターにおける検光性能が低下してしまうおそれがある。

#### 【0008】

ここで、照明系のFナンバー（Fno）とは、反射型液晶表示素子上の任意の1点に集光する照明光束の収束角 $\psi$ に関連し、

$$Fno = 1 / (2 \tan \psi)$$

と定義される。

#### 【0009】

図21を用いて、照明系のFnoを明るく（小さく）したときの問題点を説明する。

#### 【0010】

図 3 1 に示した従来の光学系においては、偏光ビームスプリッター 1 0 1 に入射する光線は、偏光ビームスプリッター 1 0 1 (偏光分離膜 1 0 4) の中心を原点とする座標系において、X Y 平面に平行な光線のみを問題としている。しかし、実際の照明光束は、図 2 1 に示すように、Y 軸 (光軸) を中心として様々な方向から (Y 軸に対して様々な角度をもって) 偏光ビームスプリッター 1 0 1 に入射する。

#### 【0 0 1 1】

このとき、偏光ビームスプリッター 1 0 1 から射出する光束における偏光の傾きを光束内で表すと図 2 2 のようになる。y は偏光ビームスプリッターの入射面 i において Y Z 平面に平行な方向から入射する光線で、x は入射面 i において X Y 平面に平行な方向から入射する光線である。また、A は Y Z 平面に対して + 4 5 ° 傾いた平面に平行な方向から入射する光線で、B は Y Z 平面に対して - 4 5 ° 傾いた平面に平行な方向から入射する光線である。以後、A および B の方向を照明光束における対角方向と呼ぶ。

#### 【0 0 1 2】

図 2 2 に示すように、y 方向以外の光線は、それぞれの光線の偏光分離膜 1 0 4 における S 偏光方向に応じて全て x 方向に対して偏光方向が傾いた偏光状態となる。また、同じ A 方向でも偏光分離膜に対する入射角度が異なる光線 a 1, a 2 は、以下の式で示すように、偏光の傾き角  $\gamma_{a1}$ ,  $\gamma_{a2}$  が異なっている (B 方向からの入射光線 b 1, b 2 の偏光傾き角  $\gamma_{b1}$ ,  $\gamma_{b2}$  も同様である)。

#### 【0 0 1 3】

$$\gamma_{a1} = -\gamma_{b1} \neq \gamma_{a2}$$

$$\gamma_{a2} = -\gamma_{b2} \neq \gamma_{a1}$$

図 2 3 には、光線 a 1 において偏光ビームスプリッター 1 0 1 を射出した偏光状態を p 1 とし、1/4 波長板 1 0 3 を往復で通過したあとの偏光状態を p 2 として示す。

#### 【0 0 1 4】

偏光状態 p 1 と p 2 の偏光方向は、1/4 波長板 1 0 3 の作用により x 軸に対して反転した関係である。ここで a 1 の光線は反射型液晶表示素子 1 0 2 で反射



するために、再度、偏光ビームスプリッター 1 0 1 に入射するときには偏光ビームスプリッター 1 0 1 を射出する a 2 の光路と同じ光路を逆の順に進む光となる。

#### 【0 0 1 5】

このときの偏光分離膜 1 0 4 における S 偏光方向は、図 2 2 における光線 a 2 の偏光の傾き方向であり、この方向を図 2 3 において点線で表している。

#### 【0 0 1 6】

図 2 3 から分かるように、1 / 4 波長板 1 0 3 で変換された偏光方向 p 2 と偏光分離膜 1 0 4 における S 偏光方向にはズレ  $\Delta$  が生じ、仮に偏光分離膜 1 0 4 の偏光分離性能が理想的であっても、照明光束の対角方向（A または B の方向）の光線については完全に検光されないことになる。

#### 【0 0 1 7】

この偏光方向のズレ  $\Delta$  は、図 2 1 での偏光ビームスプリッター 1 0 1 の入射面 i において Y 軸（照明光束の光軸）に対する角度  $\psi$  が大きいほど、つまり照明系の F n o が明るいほど顕著となる。そして、これにより、偏光ビームスプリッター 1 0 1 における漏れ光が増大し、投射画像の明るさを明るくしようとすると、コントラストがさらに低下することになってしまう。

#### 【0 0 1 8】

このとき、漏れ光の偏光方向は、偏光分離膜において S 偏光成分が取り除かれるために、図 2 4 に示すような偏光分離膜における P 偏光成分 m 1 である。偏光ビームスプリッターの特性を補うために、偏光ビームスプリッター 1 0 1 の射出側に Y Z 平面の方向に透過軸を有する偏光板などの検光素子を追加することができるが、漏れ光（P 偏光成分）m 1 の振動方向はほぼ偏光板 1 0 5 の透過軸とはほぼ同じ方向（y 方向）であるので、偏光板でカットしたとしても、図 2 5 に示すように、ほとんどの漏れ光 m 2 が残存することになる。したがって、ここで説明した漏れ光は、偏光ビームスプリッターを射出してしまうと必ずスクリーンまで到達してしまう。

#### 【0 0 1 9】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、照明光学系からの偏光光を反射型画像表示素子に導くとともに、画像表示素子からの偏光光を検光して投射光学系に導く偏光分離膜を有する偏光分離光学系において、P偏光とS偏光の偏光分離膜における位相差を $\delta$ とすると、

$$120^{\circ} \leq |\delta| \leq 180^{\circ} \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足するようにしている。

#### 【0020】

また、偏光分離膜は、この偏光分離膜に、該偏光分離膜の法線に対して角度 $\theta$ をもって入射する光に対して、偏光分離膜におけるP偏光の反射率を $R_p$ とするときに、

$$R_p > 0\% \quad \cdots (2)$$

となるようにしてもよい。

#### 【0021】

但し、上記入射角度 $\theta$ は、照明光学系から偏光分離膜に至る光軸と偏光分離膜の法線とのなす角を $\alpha$ 、照明光学系から偏光分離膜に至る光軸に対する偏光分離膜への光束の最大入射角度を $\phi$ とすると、

$$\alpha - \phi \leq \theta \leq \alpha + \phi \quad \cdots (3)$$

である。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

##### (第1実施形態)

図1には、本発明の第1実施形態である投射型画像表示装置に搭載される投射型表示光学系の構成を示している。

#### 【0023】

図中の1は連続スペクトルで白色光を発光する光源で、超高圧水銀ランプ等が用いられる。2は光源1からの光を所定の方向に集光し略平行光とするリフレクターであり、放物面形状（楕円面形状でもよい）の反射面を有する。

#### 【0024】

3aは矩形のレンズをマトリックス状に配置した第1のフライアイレンズアレ

イで、3 bは第1のフライアイレンズアレイ 3 aの個々のレンズに対応したレンズアレイを有した第2のフライアイレンズアレイである。

#### 【0 0 2 5】

4は光源1からの無偏光光を特定の偏光光（本実施形態では、S偏光）に揃える偏光変換素子である。5は偏光変換素子4からの光束を集光するコンデンサーレンズである。

#### 【0 0 2 6】

6はP偏光を透過し、S偏光を反射する偏光分離膜を有した偏光ビームスプリッターである。

#### 【0 0 2 7】

7は原画を表示し、入射した光（照明光）を反射するとともに原画に応じて照明光を変調する反射型液晶表示素子である。

#### 【0 0 2 8】

ここで、液晶表示素子7には、駆動回路20が接続されており、駆動回路20には、パーソナルコンピュータ、ビデオ、テレビ、DVDプレーヤ等の画像情報供給装置30からの画像情報が供給される。駆動回路20は、供給された画像情報に基づいて液晶表示素子7に原画を表示させるための信号を出力する。

#### 【0 0 2 9】

8は1/4波長板で、偏光ビームスプリッター6と液晶表示素子7との間に配置されている。

#### 【0 0 3 0】

9は偏光ビームスプリッター6を射出した画像光のうち特定の偏光状態の光を透過する偏光板であり、10は偏光板9を透過した画像光を不図示のスクリーンに投射する投射レンズである。

#### 【0 0 3 1】

次に光学的な作用を説明する。光源1から発した光はリフレクター2により所定の方向に集光される。ここでリフレクター2は放物面形状をなしており、放物面の焦点位置からの光は放物面の対称軸に平行な光束となる。ただし、光源1は理想的な点光源ではなく有限の大きさを有しているので、集光する光束には平行

でない光の成分も多く含まれている。

#### 【0032】

この集光光束は、第1のフライアイレンズアレイ3aに入射する。第1のフライアイレンズアレイ3aは、外形が矩形である正の屈折力を有するレンズをマトリックス状に組み合わせて構成されており、入射した光束はそれぞれのレンズに応じた複数の光束部分に分割、集光され、第2のフライアイレンズアレイ3bを経て、マトリックス状に複数の光源像を偏光変換素子4の近傍に形成する。

#### 【0033】

偏光変換素子4は、偏光分離膜と反射面と1/2波長板からなり、マトリックス状に集光した複数の光束部分はそのマトリクス位置に対応した偏光分離膜に入射し、透過するP偏光成分の光と反射するS偏光成分の光とに分割される。偏光分離膜で反射したS偏光成分の光は反射面で反射し、P偏光成分と同じ方向に射出する。一方、偏光分離膜を透過したP偏光成分の光は1/2波長板を透過し、S偏光成分と同じ偏光成分に変換される。これにより、偏光変換素子4から射出する光束はすべて偏光方向が揃っている。

#### 【0034】

偏光変換素子4から射出した光束は発散光束としてコンデンサーレンズ5に入射し、コンデンサーレンズ5で集光される。コンデンサーレンズ5から射出した光束は、偏光ビームスプリッター6に対してS偏光として入射し、偏光分離膜6aで反射され、1/4波長板8を介して液晶表示素子7へと至る。液晶表示素子7において照明光が変調されて反射される。

#### 【0035】

変調された反射光（画像光）のうちS偏光成分は再び偏光分離膜6aで反射し、光源側に戻されて投射光から除去される。

#### 【0036】

一方、変調された画像光のうちP偏光成分は偏光分離膜6aを透過して、偏光ビームスプリッター6から射出し、投射レンズ10によって不図示のスクリーンに投射される。

#### 【0037】

ここで、偏光ビームスプリッター 6 の偏光分離膜 6 a は、理想的な特性（S 偏光反射率  $R_s = 100\%$ 、P 偏光反射率  $R_p = 0\%$ ）を持たないので、変調された画像光のうち特定角度（図 1 では、偏光分離膜 6 a の法線方向に対して  $45^\circ$ ）からずれた角度で偏光分離膜 6 a に入射した S 偏光も透過してしまう。

#### 【0038】

このため、本実施形態では、偏光ビームスプリッター 6 と投射レンズ 10 の間に偏光板 9 を設け、偏光ビームスプリッター 6 で検光しきれなかった漏れ光をカットしている。

#### 【0039】

ここで、照明系の F ナンバー（F n o）は、液晶表示素子 7 に集光する照明光束の収束角（偏光分離膜 6 a への入射光束の光軸 L に対する最大入射角度） $\phi$  で定義することができ、本実施形態において、第 2 のフライアイレンズアレイ 3 b の外形形状を図 2 に示すように設定して、その有効範囲を、

$$a = 42 \text{ mm}, \quad b = 39 \text{ mm}$$

とし、コンデンサーレンズ 5 の合成焦点距離  $f_c$  を、

$$f_c = 95.8 \text{ mm}$$

と設定することにより、照明系の F n o は、

#### 【0040】

##### 【数 1】

$$l = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

#### 【0041】

照明系の  $F n o = f_c / l = 2.33$  となる。

#### 【0042】

このときの照明光束の収束角度  $\phi$  は、  
 $\phi = \tan^{-1}(F n o / 2) = 12.1$  度である。

## 【0043】

以下、照明光束の対角方向（図22に示したA、Bの方向）の偏光状態を計算する方法を説明する。

## 【0044】

偏光ビームスプリッターの入射面（光軸L〈Y軸〉に直交する面）において、上記対角方向から入射する光線の光路を図3に表す。対角方向を表す方位を $\phi$ 、入射する角度を $\psi$ とする。このとき、入射光線の偏光方向は、X軸に平行な方向である。

## 【0045】

偏光分離膜6aにおけるP偏光成分は、入射光線R<sub>i</sub>と反射後の射出光線R<sub>o</sub>のできる平面Pに平行で、S偏光成分は平面Pに垂直である。

## 【0046】

ここで、図17を用いて面と偏光方向について説明する。図17において、図3と同じものには同じ符号を付している。

## 【0047】

入射光線R<sub>i</sub>と射出光線R<sub>o</sub>を含む平面Pは太実線で表している。この平面Pは偏光分離膜6a上の反射点Uにおける偏光分離膜6aの法線nを含んでいる。

## 【0048】

YZ面に平行で、かつ法線nを含む平面をQとすると、入射光線R<sub>i</sub>の偏光方向は平面Qに垂直な方向（X軸に平行な方向）である。反射点Uにおいて平面Qに垂直な方向をTと表す。Tの方向は偏光分離膜6aの面内に含まれるので、光線の反射における偏光方向と考えることができる。

## 【0049】

次に、偏光分離膜6aにおいて、平面Pに垂直な方向がS偏光方向であるので、反射点Uにおいて平面Pに垂直な方向をSとする。このとき、Tの方向が光の偏光方向で、Sの方向が反射面のS偏光方向であるから、SとTのなす角 $\epsilon_i$ が偏光分離膜6aにおける偏光の傾きを表している。

同様に、偏光ビームスプリッター6を射出した光線は、液晶表示素子7で反射して再び偏光ビームスプリッター6に入射し、偏光分離膜6aに至る。このとき

の偏光分離膜 6 a での P 偏光成分は、入射光線  $R_i'$  と反射後の射出光線  $R_o'$  でできる平面  $P'$  に平行で、S 偏光成分は平面  $P'$  に垂直である。ここでも平面  $P'$  は  $YZ$  面に対して傾いているので、 $XY$  面に含まれる偏光方向は偏光分離膜 6 a の S 偏光方向に対して傾いている。このときの偏光の傾き角を  $\epsilon_o$  とする。

#### 【0050】

これらの幾何学的な関係を踏まえて、偏光状態をジョーンズ行列を使って計算する。

#### 【0051】

計算に使う偏光の座標系は、偏光分離膜 6 a に入射し、反射する光線に沿って  $z$  軸を定義し、 $z$  軸に垂直で  $z$  軸と  $X$  軸からなる平面に平行な偏光成分を  $x$  成分、それに垂直な偏光成分を  $y$  成分とする。

#### 【0052】

入射状態のジョーンズベクトルを、

#### 【0053】

【数 2】

$$J_i = \begin{pmatrix} J_{ix} \\ J_{iy} \end{pmatrix}$$

#### 【0054】

射出状態のジョーンズベクトルを、

#### 【0055】

【数 3】

$$J_o = \begin{pmatrix} J_{ox} \\ J_{oy} \end{pmatrix}$$

#### 【0056】

偏光分離膜 6 a での作用をジョーンズマトリックス  $J_{m1}$  とすると、入射偏光状態は、

$$J_{ix} = 1, J_{iy} = 0$$

であり、偏光分離面 6 a におけるジョーンズマトリックスは、

【0057】

【数4】

$$J_{m1} = \begin{pmatrix} \cos \varepsilon i & -\sin \varepsilon i \\ \sin \varepsilon i & \cos \varepsilon i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_{i11} & J_{i12} \\ J_{i21} & J_{i22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \varepsilon i & \sin \varepsilon i \\ -\sin \varepsilon i & \cos \varepsilon i \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

【0058】

$$J_{i11} = 0$$

$$J_{i12} = R_s e^{i\delta}$$

$$J_{i21} = R_p e^{-i\delta}$$

$$J_{i22} = 0$$

で、 $R_p$  はP偏光成分の振幅反射率、 $R_s$  はS偏光成分の振幅反射率、 $\delta$  はP偏光成分とS偏光成分の反射における位相差である（位相差が $180^\circ$  または $-180^\circ$  のとき位相差がない状態を表す）。

【0059】

これらより、射出状態の偏光状態は、

$$J_o = J_{m1} * J_i$$

として計算される。

【0060】

次に、光線は1/4波長板8によりx成分の位相が $90^\circ$  ( $\pi/2$ ) 遅れ、画像表示素子7における反射でx方向の位相が反転するので $180^\circ$  ( $\pi$ ) 遅れ、再び1/4波長板8によりx成分の位相が $90^\circ$  ( $\pi/2$ ) 遅れる。

【0061】

これをジョーンズマトリックス  $J_{m2}$  で表すと、

$$J_{m2} = J_r * J_{mr} * J_r$$

$J_r$  は1/4波長板8の作用を表し、

【0062】



【数 5】

$$J_r = \begin{pmatrix} Jr11 & Jr12 \\ Jr21 & Jr22 \end{pmatrix}$$

【0 0 6 3】

$$Jr11 = 0$$

$$Jr12 = R e^{i\pi/2}$$

$$Jr21 = R e^{-i\pi/2}$$

$$Jr22 = 0$$

また、 $J_{mr}$  は反射の作用を表し、

【0 0 6 4】

【数 6】

$$J_{mr} = \begin{pmatrix} Jm11 & Jm12 \\ Jm21 & Jm22 \end{pmatrix}$$

【0 0 6 5】

$$Jm11 = 0$$

$$Jm12 = R e^{i\pi}$$

$$Jm21 = R e^{-i\pi}$$

$$Jm22 = 0$$

となる。

【0 0 6 6】

これにより、再度、偏光ビームスプリッター 6 に入射する偏光状態  $J_i'$  をジョーンズベクトルにより表すと、

【0 0 6 7】

【数 7】

$$J_i' = \begin{pmatrix} Jix' \\ Jiy' \end{pmatrix}$$

## 【0068】

とするとき、

$$J_{i'} = J_r * J_{mr} * J_r * J_o$$

として計算される。

## 【0069】

再度、偏光ビームスプリッター 6 に入射するときには、式 (4) と同様に、平面 P' の傾き角  $\varepsilon_o$  を用いて、偏光分離膜 6a の作用を  $J_{m2}$  とすると、

## 【0070】

【数 8】

$$J_{m2} = \begin{pmatrix} \cos \varepsilon_o & -\sin \varepsilon_o \\ \sin \varepsilon_o & \cos \varepsilon_o \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_{i11'} & J_{i12'} \\ J_{i21'} & J_{i22'} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \varepsilon_o & \sin \varepsilon_o \\ -\sin \varepsilon_o & \cos \varepsilon_o \end{pmatrix} \quad \dots (5)$$

## 【0071】

$$J_{i11'} = 0$$

$$J_{i12'} = T_s e^{i\delta'}$$

$$J_{i21'} = T_p e^{-i\delta'}$$

$$J_{i22'} = 0$$

で、 $T_p$  は P 偏光成分の振幅透過率、 $T_s$  は S 偏光成分の振幅透過率、 $\delta'$  は P 偏光成分と S 偏光成分の透過における位相差である。

## 【0072】

これより、偏光ビームスプリッター 6 を透過して射出する光線の偏光状態は、

$$J_{o'} = J_{m2} * J_{i'}$$

として計算される。

## 【0073】

最後に、検光のために設けられた偏光板は、

## 【0074】

【数 9】

$$J_p = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

【0075】

と表せるので、漏れ光は、

【0076】

【数 10】

$$J_p * J_{o'} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_{ox'} \\ J_{oy'} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_{ox'} \\ 0 \end{pmatrix}$$

【0077】

となり、 $J_{ox'}$  が漏れ光量を表すことになる。

【0078】

前述した F n o 2. 3 の照明光束で、光束全角の約 9 割に当たる 11 度で入射する光線において、偏光ビームスプリッター 6 の屈折率を 1.74 とすると、偏光分離膜 6 a における偏光の傾き  $\epsilon_i$  は  $-6^\circ$ 、 $\epsilon_o$  は  $+2^\circ$  となる。

【0079】

ここで、11 度で偏光ビームスプリッター 6 に入射した光線は、実際の偏光ビームスプリッター 6 内では屈折により Y 軸に対して 6.3 度傾き、偏光分離膜 6 a に入射する光線 R i の法線 n に対する入射角度  $\theta$  は 40.6 度である。

【0080】

S 偏光の振幅反射率  $R_s = 1$  とし、S 偏光の振幅透過率  $T_s = 0$  とし、P 偏光の振幅透過率  $T_p$  を、P 偏光の振幅反射率  $R_p$  を用いて  $T_p = 1 - R_p$  とし、透過の位相差を  $\delta = 0$  とし、 $R_p$  と  $\delta$  をパラメーターとして漏れ光  $J_{ox'}$  を計算した結果を図 4 に示す。

【0081】

図 4 において、 $R_p = 0$  のときに偏光分離膜 6 a が理想的な特性となるが、これまで説明してきたように、偏光面分離膜 6 a の傾きがあるために所定の漏れ光

が発生している (M)。

#### 【0082】

これに対して、 $R_p > 0$  のときは、位相差  $\delta$  により漏れ光が変化し、 $\delta = 180^\circ$  ( $-180^\circ$ ) において最小となり、かつ理想的な特性のときよりもさらに漏れ光量が少なくなる。さらに、 $R_p$  により漏れ光が変化し、 $R_p$  が大きいほど漏れ光量が少なくなる。

#### 【0083】

図4から、 $R_p$  が0よりも大きい場合であって、位相差  $\delta$  が120度よりも大きい (または-120度よりも小さい) とき、理想的な特性の偏光分離膜における漏れ光よりも漏れ光量が少なくなることが分かる。

#### 【0084】

以上のことについて、図26～図30を用いてさらに詳しく説明する。

#### 【0085】

図26において、照明光として偏光分離膜6aに入射する光線の偏光方向  $p_2$  をx軸とする。このときの偏光分離面におけるS偏光方向をS軸、P偏光方向をP軸とし、偏光分離膜が理想的な特性であると、偏光ビームスプリッター6を射出する光線の偏光方向  $p_o$  はS軸に沿った偏光方向である。

#### 【0086】

これに対し、偏光分離膜6aの特性が、 $R_p > 0\%$  となるように設定すると、図27に示すように、反射光にはP偏光方向の偏光成分も含まれ、偏光ビームスプリッター6を射出する偏光方向  $p_o'$  は、S方向の偏光成分とP方向の偏光成分の合成の方向となる。

#### 【0087】

この偏光  $p_o'$  を1/4波長板8の往復で反転した偏光方向  $p_{or}$  を、図28に示す。偏光方向  $p_{or}$  を先に図23に示した偏光ビームスプリッターでの検光に際しての偏光分離膜でのS偏光方向 (図28で点線Sで示す) に近づけることができる。

#### 【0088】

これにより、検光に際してのP偏光方向の成分が減少するので、偏光分離膜6

a における漏れ光が減少することになる。

#### 【0 0 8 9】

ここで、偏光分離膜 6 a で反射するとき P 偏光と S 偏光の位相差が  $180^\circ$  ( $\pi$ ) または  $-180^\circ$  ( $-\pi$ ) のときは、図 2 8 のように漏れ光が少なくなるような偏光状態になるが、偏光分離膜での位相差が  $90^\circ$  ( $\pi/2$ ) のときには図 2 9 のように、また位相差が  $0^\circ$  のときには図 3 0 のようになり、再び偏光分離膜の検光に際して P 偏光成分が発生するので、上記の範囲に位相差を設定するのが望ましい。

#### 【0 0 9 0】

このように、偏光分離膜 6 a に、特定の方向（偏光分離膜 6 a の法線に対して  $45^\circ$  傾いた方向）に対してずれた方向から入射し、偏光分離膜 6 a で反射される偏光光の偏光の向き（楕円偏光のときは長軸の向き）が、偏光分離膜 6 a への入射方向と偏光分離膜 6 a との幾何学的な関係で決まる S 偏光の向きよりも、偏光分離膜 6 a での反射で偏光方向が変化しない方向から入射した光線における S 偏光の向きに近づくように偏光分離膜 6 a を構成することにより、偏光ビームスプリッター 6 における漏れ光を減少させることができる。

#### 【0 0 9 1】

特に、偏光ビームスプリッター 6 の入射面（光軸 L に対して直交する面）又は射出面と偏光分離膜 6 a とのなす角度よりも小さい入射角度で、偏光分離膜 6 a に入射する光線において上記条件を満足するのが望ましい。

#### 【0 0 9 2】

なお、偏光ビームスプリッター 6 の入射面又は射出面と偏光分離膜 6 a とのなす角度を  $45^\circ$  とするとき、偏光ビームスプリッター 6 は最もコンパクトになるのでよい。

#### 【0 0 9 3】

以下、偏光ビームスプリッター 6 における漏れ光を減少させる条件を満足する偏光分離膜の数値実施例を示す。

#### 《数値実施例 1》

表 1 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 1 を示す。

【0094】

【表 1】

表 1

基板		厚さ(nm)	屈折率
			1.75
1		149	1.631
2		130	2.364
3		71	1.463
4		132	2.364
5		133	1.463
6		120	2.364
7		172	1.463
8		42	2.364
9		168	1.463
10		72	2.364
11		143	1.463
12		27	2.364
13		247	1.463
14		16	2.364
15		169	1.463
接着材			1.51

【0095】

図5には、この数値実施例 1 における入射角  $45^{\circ}$  における P 偏光、S 偏光の

反射率と  $F_{no2.3}$  での対角方向でほぼ 9 割と 7 割に相当する光線の入射角である  $40.6^\circ$  と  $41.6^\circ$  ( $\theta$  に相当) における P 偏光の反射率を示し、図 6 に入射角が  $40.6^\circ$  と  $41.6^\circ$  における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差を示す。

《数値実施例 2》

表 2 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 2 を示す。

【0 0 9 6】

【表 2】

表 2

基板		厚さ(nm)	屈折率
			1.75
	1	117	2.331
	2	75	1.461
	3	123	2.331
	4	123	1.461
	5	109	2.331
	6	127	1.461
	7	81	2.331
	8	173	1.461
	9	28	2.331
	10	168	1.461
	11	49	2.331
	12	114	1.461
	13	35	2.331
	14	118	1.461
接着材			1.51

【0097】

図 7 に、この数値実施例 2 における入射角  $45^\circ$  における P 偏光、S 偏光の反射率と F n o 2. 3 での対角方向でほぼ 9 割と 7 割に相当する光線の入射角である  $40.6^\circ$  と  $41.6^\circ$  における P 偏光の反射率を示す。また、図 8 に入射角が  $40.6^\circ$  と  $41.6^\circ$  における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差を示



す。

### 《数値実施例 3》

表 3 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 3 を示す。本数値実施例は、偏光ビームスプリッターのガラスの屈折率が 1.6 の場合の数値実施例である。

【0098】

【表 3】

表 3

基板		厚さ(nm)	屈折率
			1.61
	1	168	1.462
	2	145	2.068
	3	101	1.382
	4	149	2.068
	5	138	1.382
	6	141	2.068
	7	140	1.382
	8	77	2.068
	9	125	1.462
	10	75	2.068
	11	138	1.382
	12	71	2.068
	13	133	1.382
	14	65	2.068
	15	92	1.462
接着材			1.51

【0099】

図 9 に、この数値実施例 3 における入射角  $45^{\circ}$  における P 偏光、S 偏光の反射率と F n o 2 . 3 での対角方向でほぼ 9 割と 7 割に相当する光線の入射角である  $40.3^{\circ}$  と  $41.3^{\circ}$  における P 偏光の反射率を示す。また、図 10 に入射角が  $40.3^{\circ}$  と  $41.3^{\circ}$  における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差を

示す。

《数値実施例 4》

表 4 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 4 を示す。

【0 1 0 0】

【表 4】

表 4

基板	厚さ(nm)	屈折率
		1.61
1	172	1.462
2	141	2.068
3	133	1.382
4	145	2.068
5	137	1.382
6	135	2.068
7	151	1.382
8	76	2.068
9	125	1.462
10	74	2.068
11	139	1.382
12	71	2.068
13	132	1.382
14	65	2.068
15	97	1.462
接着材		1.51

【0101】

図11に、この数値実施例4における入射角 $45^\circ$ におけるP偏光、S偏光の反射率とFno2.3での対角方向ではほぼ9割と7割に相当する光線の入射角である $40.3^\circ$ と $41.3^\circ$ におけるP偏光の反射率を示す。また、図12に入射角が $40.3^\circ$ と $41.3^\circ$ における偏光分離面でのP偏光とS偏光の位相差

を示す。

《数値実施例 5》

表 5 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 5 を示す。

【0 1 0 2】

【表 5】

表 5

基板	厚さ(nm)		屈折率
			1.61
1	163		1.462
2	143		2.068
3	139		1.382
4	144		2.068
5	132		1.382
6	116		2.068
7	204		1.382
8	74		2.068
9	125		1.462
10	72		2.068
11	139		1.382
12	69		2.068
13	131		1.382
14	65		2.068
15	108		1.462
接着材			1.51

【0103】

図13に、この数値実施例5における入射角45°におけるP偏光、S偏光の反射率とFno2.3での対角方向ではほぼ9割と7割に相当する光線の入射角である40.3°と41.3°におけるP偏光の反射率を示す。また、図14に入

射角が  $40.3^\circ$  と  $41.3^\circ$  における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差を示す。

《数値実施例 6》

表 6 には、本発明の偏光分離光学系に使用される偏光分離膜の数値実施例 5 を示す。

【0 1 0 4】

【表 6】

す。

表 6

基板	厚さ(nm)		屈折率
			1.61
1	165		1.462
2	139		2.068
3	159		1.382
4	137		2.068
5	145		1.382
6	99		2.068
7	220		1.382
8	74		2.068
9	129		1.462
10	71		2.068
11	140		1.382
12	67		2.068
13	129		1.382
14	64		2.068
15	113		1.462
接着材			1.51

【0105】

図15に、この数値実施例6における入射角45°におけるP偏光、S偏光の反射率とFno2.3での対角方向でほぼ9割と7割に相当する光線の入射角である40.3°と41.3°におけるP偏光の反射率を示す。また、図16に入



射角が  $40.3^\circ$  と  $41.3^\circ$  における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差を示す。

#### 【0106】

上記各数値実施例における偏光分離面での P 偏光と S 偏光の位相差は、図 10, 12, 14 に示すように、照明光として用いられる白色の範囲（例えば  $430 \sim 650 \text{ nm}$ ）において所定の条件の範囲に入っていることが望ましいが、図 6, 8, 16 に示すように、使用する範囲の平均値として所定の条件を満足していればよい。

#### 【0107】

また、スクリーン上での投射画像のコントラストという照度を測定値と考えると、比視感度で加重平均した値が所定の条件を満足していても本発明の効果は得られる。

#### 【0108】

白色の範囲ではなく偏光ビームスプリッターにおいて反射で用いる色光の範囲（例えば、青は  $430 \sim 490 \text{ nm}$ 、緑は  $510 \sim 570 \text{ nm}$ 、赤は  $590 \sim 630 \text{ nm}$ ）において所定の条件を満足してもよい。

#### 【0109】

ここでは、偏光ビームスプリッターの基板の屈折率は約 1.75 と約 1.61（数値実施例 1～2 と 3～6）の 2 種類を用いたが、屈折率は特に制限はなく、任意の屈折率のガラス材において本発明の条件を満足する偏光分離膜を設けることにより、漏れ光量を減少させることが可能である。

#### 【0110】

ガラス材の内部特性としては、内部を透過していく偏光の方向が変化しないように光弾性係数  $\beta$  が小さい方がよく、例えば、

$$\beta < 1 \text{ (nm/cm/10}^5\text{Pa)}$$

であることが望ましい。

#### 【0111】

また、反射型液晶表示素子 7 の長辺と短辺は、図 3 に示した方向に限定されるものではなく、図 18 に示すように長辺と短辺の関係が逆であってもよい。

**【0 1 1 2】**

また、投射型表示光学系全体の構成としては、図 1 に示すものに限られない。例えば、図 1 9 に示すように、ダイクロイックミラーと 3 つの偏光ビームスプリッターとを組み合わせる 3 つの反射型液晶表示素子を用いた構成や、図 2 0 に示すように、3 つの偏光ビームスプリッターとクロスダイクロイックプリズムとを組み合わせる 3 つの反射型液晶表示素子を用いた構成でもよい。要するに、偏光ビームスプリッターを用いて反射型液晶表示素子に表示された原画を投影する構成であればよい。

**【0 1 1 3】****(第 2 実施形態)**

図 1 9 に示した投射型表示光学系の構成を説明する。2 1 は連続スペクトルで白色光を発光する光源、2 2 は光を所定の方向に集光するリフレクター、2 3 a は矩形のレンズをマトリックス状に配置した第 1 のフライアイレンズ、2 3 b は第 1 のフライアイレンズの個々のレンズに対応したレンズアレイからなる第 2 のフライアイレンズである。

**【0 1 1 4】**

2 4 は無偏光光を所定の偏光光（S 偏光光）に揃える偏光変換素子、2 5 はコンデンサーレンズ、2 6 は反射ミラーである。

**【0 1 1 5】**

2 7 は青（B）と赤（R）の波長領域の光を反射し、緑（G）の波長領域の光を反射するダイクロイックミラー、2 8 は B と R の中間の波長領域の光を一部カットするカラーフィルターである。

**【0 1 1 6】**

2 9 a は B の光の偏光方向を 9 0 度変換し、R の光の偏光方向は変換しない第 1 の色選択性位相差板、2 9 b は R の光の偏光方向を 9 0 度変換し、B の光の偏光方向は変換しない第 2 の色選択性位相差板である。

**【0 1 1 7】**

3 0 a, 3 0 b, 3 0 c はそれぞれ P 偏光を透過し、S 偏光を反射する第 1 の偏光ビームスプリッター、第 2 の偏光ビームスプリッターおよび第 3 の偏光ビー

ムスプリッターである。

#### 【0118】

31r, 31g, 31bはそれぞれ、表示した原画に応じて光を変調し反射する赤用の反射型液晶表示素子、緑用の反射型液晶表示素子および青用の反射型液晶表示素子である。

#### 【0119】

32r, 32g, 32bはそれぞれ、赤用の1/4波長板、緑用の1/4波長板および青用の1/4波長板である。

#### 【0120】

33a, 33bは所定の偏光成分を透過する偏光板で、34は投射レンズである。

#### 【0121】

偏光ビームスプリッター30aには緑の光が作用し、偏光ビームスプリッター30bには青と赤の光が作用している。

#### 【0122】

(第3実施形態)

図20に示した投射型表示光学系の構成を説明する。41は連続スペクトルで白色光を発光する光源、42は光を所定の方向に集光するリフレクター、43aは矩形のレンズをマトリックス状に配置した第1のフライアイレンズ、43bは第1のフライアイレンズの個々のレンズに対応したレンズアレイからなる第2のフライアイレンズである。

#### 【0123】

44は無偏光光を所定の偏光光(S偏光光)に揃える偏光変換素子、45aはコンデンサーレンズ、45b, 45c, 45dはフィールドレンズ、46a, 46bは長い光路中の照明光をロスなく伝達するリレーレンズである。

#### 【0124】

47は赤(R)の波長領域の光を透過し、青(B)と緑(G)の波長領域の光を反射するダイクロイックミラー、48は青(B)の波長領域の光を透過し、緑(G)の波長領域の光を反射するダイクロイックミラーである。

**【0 1 2 5】**

4 9 a, 4 9 b は反射ミラーで、5 0 a, 5 0 b, 5 0 c はそれぞれ、P 偏光を透過し、S 偏光を反射する第 1 の偏光ビームスプリッター、第 2 の偏光ビームスプリッターおよび第 3 の偏光ビームスプリッターである。

**【0 1 2 6】**

5 1 r, 5 1 g, 5 1 b は表示した原画に応じて光を変調し反射する赤用の反射型液晶表示素子、緑用の反射型液晶表示素子および青用の反射型液晶表示素子である。

**【0 1 2 7】**

5 2 r, 5 2 g, 5 2 b はそれぞれ、赤用の 1 / 4 波長板、緑用の 1 / 4 波長板および青用の 1 / 4 波長板である。

**【0 1 2 8】**

5 3 r, 5 3 g, 5 3 b は所定の偏光成分を透過する偏光板、5 4 は投射レンズである。

**【0 1 2 9】**

偏光ビームスプリッター 5 0 a には青の光が作用し、偏光ビームスプリッター 5 0 b には緑の光が作用し、偏光ビームスプリッター 5 0 c には赤の光が作用している。

**【0 1 3 0】**

さらに、以上説明した各実施形態は、以下に示す各発明を実施した場合の一例であり、下記の各発明は上記各実施形態に様々な変更や改良が加えられて実施されるものである。

**【0 1 3 1】**

〔発明 1〕 照明光学系からの偏光光を反射型画像表示素子に導くとともに、前記画像表示素子からの偏光光を検光して投射光学系に導く偏光分離膜を有する偏光分離光学系であって、

P 偏光と S 偏光の前記偏光分離膜における位相差を  $\delta$  とするとき、

$$120^{\circ} \leq |\delta| \leq 180^{\circ}$$

なる条件を満足する構造を有することを特徴とする偏光分離光学系。

## 【0132】

〔発明2〕 前記偏光分離膜は、この偏光分離膜に、前記偏光分離膜の法線に対して角度 $\theta$ をもって入射する光に対して、前記偏光分離膜におけるP偏光の反射率を $R_p$ とすると、

$$R_p > 0\%$$

なる条件を満たすことを特徴とする発明1に記載の偏光分離光学系。

## 【0133】

但し、前記入射角度 $\theta$ は、前記照明光学系から前記偏光分離膜に至る光軸と前記偏光分離膜の法線とのなす角を $\alpha$ 、前記照明光学系から前記偏光分離膜に至る光軸に対する前記偏光分離膜への光束の最大入射角度を $\psi$ とすると、

$$\alpha - \psi \leq \theta \leq \alpha + \psi$$

である。

## 【0134】

〔発明3〕 前記偏光分離膜は、前記照明光学系の光軸に対して傾いて設けられていることを特徴とする発明1又は2に記載の偏光分離光学系。

## 【0135】

〔発明4〕 前記偏光分離膜と前記画像表示素子との間に1/4波長板が設けられていることを特徴とする発明1から3のいずれかに記載の偏光分離光学系。

## 【0136】

このように偏光分離膜と画像表示素子との間に1/4波長板を設ければ、より上記漏れ光を大幅に減少させることができる。

## 【0137】

〔発明5〕 照明光学系からの偏光光を反射型画像表示素子に導くとともに、前記画像表示素子からの偏光光を検光して投射光学系に導く偏光分離膜を有する偏光分離光学系であって、

前記偏光分離膜は、この偏光分離膜に、前記偏光分離膜の法線に対して角度 $\theta$ をなす方向から入射して前記偏光分離膜で反射される偏光光の偏光方向を、前記偏光分離膜とこの偏光分離膜への偏光光の入射方向との幾何学的な関係で決まるS偏光の向きよりも、前記偏光分離膜での反射で偏光方向が変化しない方向から

入射した S 偏光の向きに近づける構造を有することを特徴とする偏光分離光学系。

#### 【0138】

本発明によっても、照明光学系の光軸に対して傾いて偏光分離膜に入射して検光された偏光光に含まれる P 偏光方向の成分を減少させることができるので、従来、偏光分離膜での検光により除去することができなかった漏れ光を減少させることができる。したがって、投射画像のコントラストを向上させることができる。

#### 【0139】

〔発明 6〕 前記偏光分離膜と前記画像表示素子との間に  $1/4$  波長板が設けられていることを特徴とする発明 5 に記載の偏光分離光学系。

#### 【0140】

〔発明 7〕 前記入射角度  $\theta$  は、前記照明光学系から前記偏光分離膜に至る光軸に対して直交する面と前記偏光分離膜とのなす角度よりも小さい角度であることを特徴とする発明 5 に記載の偏光分離光学系。

#### 【0141】

〔発明 8〕 照明光学系と、  
前記照明光学系からの光を変調する画像形成素子と、  
発明 1 から 7 のいずれかに記載の偏光分離光学系と、  
前記偏光分離光学系からの光を被投射面に投射する投射光学系とを有することを特徴とする投射型表示光学系。

#### 【0142】

〔発明 9〕 発明 8 に記載の投射型表示光学系を有することを特徴とする投射型画像表示装置。

#### 【0143】

〔発明 10〕 発明 9 に記載の投射型画像表示装置と、前記画像表示素子に原画を表示させるための画像情報を前記投射型画像表示装置に供給する画像情報供給装置とを有することを特徴とする画像表示システム。

#### 【0144】

**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、照明光学系の光軸に対して傾いて偏光分離膜に入射して検光された偏光光に含まれる P 偏光方向の成分を減少させることができるので、従来、偏光分離膜での検光により除去することができなかった漏れ光を減少させることができる。したがって、投射画像のコントラストを向上させることができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明の第 1 実施形態である投射型表示光学系（投射型画像表示装置）の構成を示す図。

**【図 2】**

図1に示した投射型表示光学系に用いられているフライアイレンズアレイを説明する図。

**【図 3】**

図1に示した投射型表示光学系に用いられている偏光ビームスプリッターにおける光路図。

**【図 4】**

上記偏光ビームスプリッタでの漏れ光量を計算した結果を表す図。

**【図 5】**

本発明の数値実施例 1 の偏光分離特性を示す図。

**【図 6】**

本発明の数値実施例 1 の位相差特性を示す図。

**【図 7】**

本発明の数値実施例 2 の偏光分離特性を示す図。

**【図 8】**

本発明の数値実施例 2 の位相差特性を示す図。

**【図 9】**

本発明の数値実施例 3 の偏光分離特性を示す図。

**【図 1 0】**

本発明の数値実施例 3 の位相差特性を示す図。

【図 1 1】

本発明の数値実施例 4 の偏光分離特性を示す図。

【図 1 2】

本発明の数値実施例 4 の位相差特性を示す図。

【図 1 3】

本発明の数値実施例 5 の偏光分離特性を示す図。

【図 1 4】

本発明の数値実施例 5 の位相差特性を示す図。

【図 1 5】

本発明の数値実施例 6 の偏光分離特性を示す図。

【図 1 6】

本発明の数値実施例 6 の位相差特性を示す図。

【図 1 7】

偏光分離膜における偏光方向を説明する図。

【図 1 8】

上記第 1 実施形態における反射型液晶表示素子の他の配置例を示す図。

【図 1 9】

本発明の第 2 実施形態である投射型表示光学系（投射型画像表示装置）の構成を示す図。

【図 2 0】

本発明の第 3 実施形態である投射型表示光学系（投射型画像表示装置）の構成を示す図。

【図 2 1】

偏光分離膜で漏れ光が生ずる理由を説明する図。

【図 2 2】

偏光分離膜で漏れ光が生ずる理由を説明する図。

【図 2 3】

偏光分離膜で漏れ光が生ずる理由を説明する図。



**【図 24】**

偏光分離膜で漏れ光が生ずる理由を説明する図。

**【図 25】**

偏光分離膜で漏れ光が生ずる理由を説明する図。

**【図 26】**

上記第 1 実施形態により偏光分離膜での漏れ光が少なくなる理由を説明する図

。

**【図 27】**

上記第 1 実施形態により偏光分離膜での漏れ光が少なくなる理由を説明する図

。

**【図 28】**

上記第 1 実施形態により偏光分離膜での漏れ光が少なくなる理由を説明する図

。

**【図 29】**

上記第 1 実施形態により偏光分離膜での漏れ光が少なくなる理由を説明する図

。

**【図 30】**

上記第 1 実施形態により偏光分離膜での漏れ光が少なくなる理由を説明する図

。

**【図 31】**

従来の偏光ビームスプリッタを示す図。

**【符号の説明】**

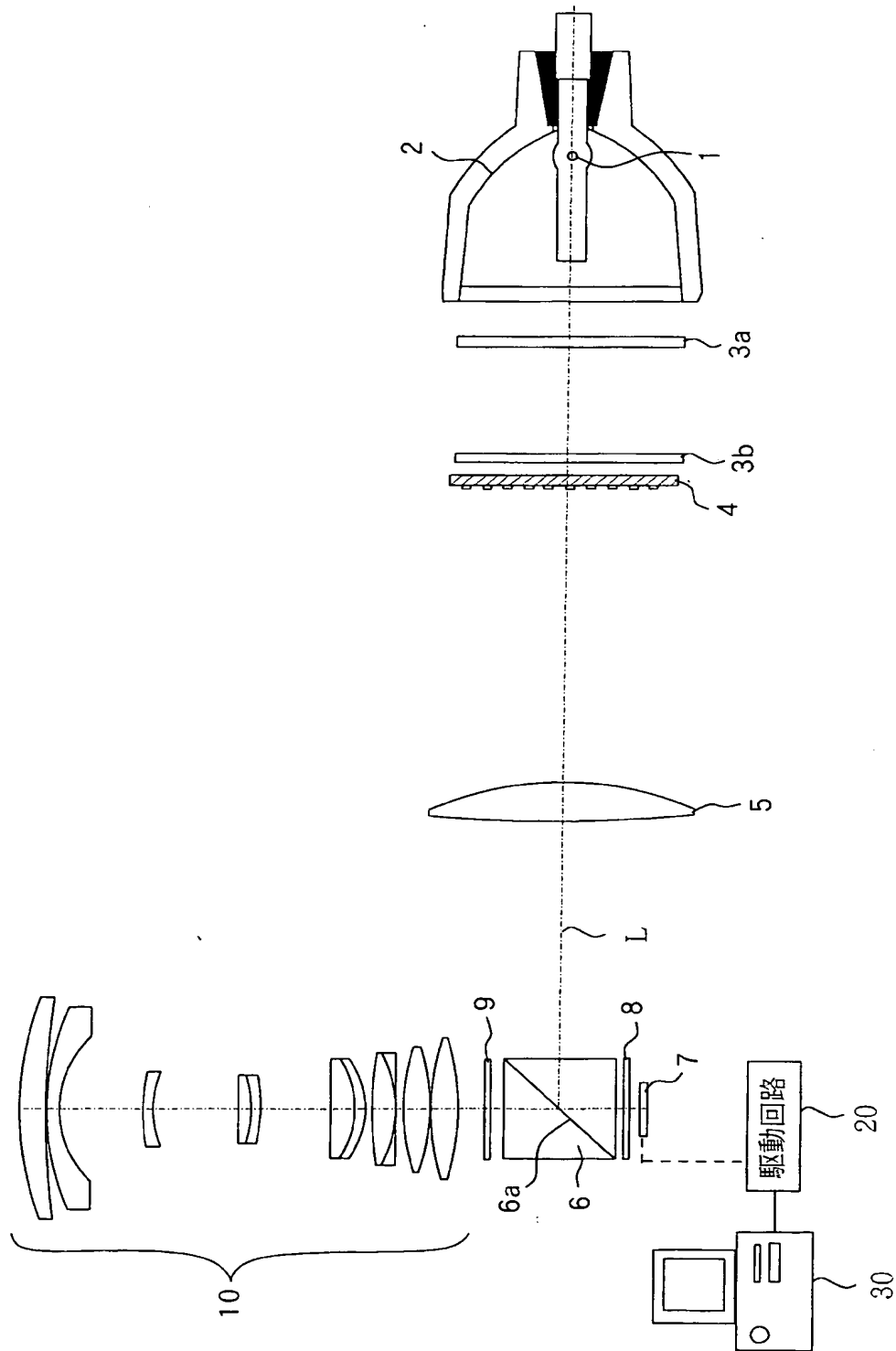
- 1, 21, 41 光源
- 2, 22, 42 リフレクター
- 3a, 23a, 43a 第 1 のフライアイレンズアレイ
- 3b, 23b, 43b 第 2 のフライアイレンズアレイ
- 4, 24, 44 偏光変換素子
- 5, 25, 45a コンデンサーレンズ
- 6, 30a~30c, 50a~50c 偏光ビームスプリッター

7, 3 1 r, 3 1 g, 3 1 b, 5 1 r, 5 1 g, 5 1 b 反射型液晶表示素子  
8, 3 2 r, 3 2 g, 3 2 b, 5 2 r, 5 2 g, 5 2 b 1 / 4 波長板  
9, 3 3 a, 3 3 b, 5 3 r, 5 3 g, 5 3 b 偏光板  
1 0, 3 4, 5 4 投射レンズ

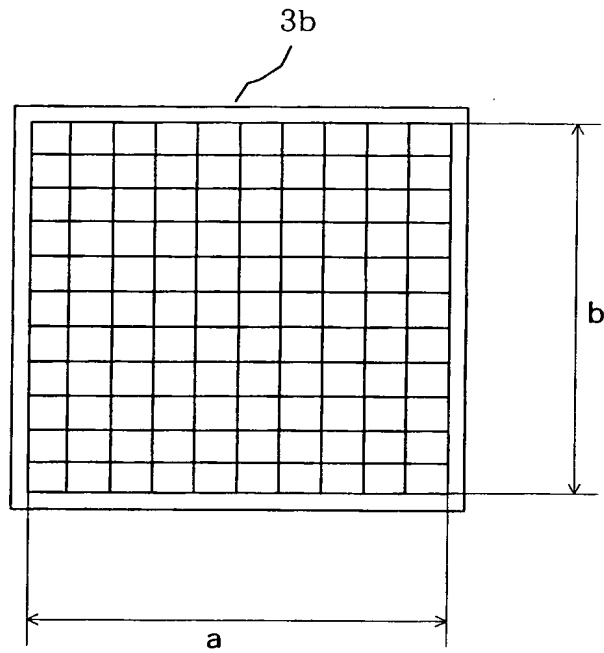
【書類名】

図面

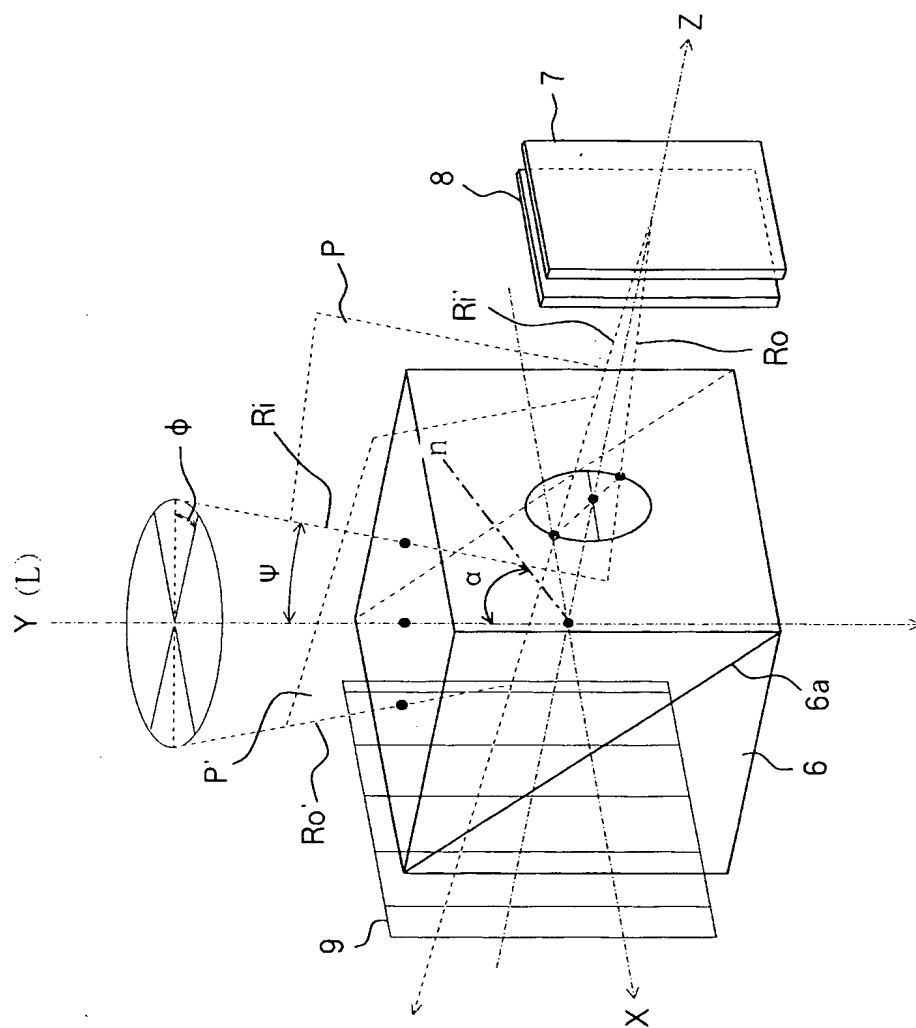
【図 1】



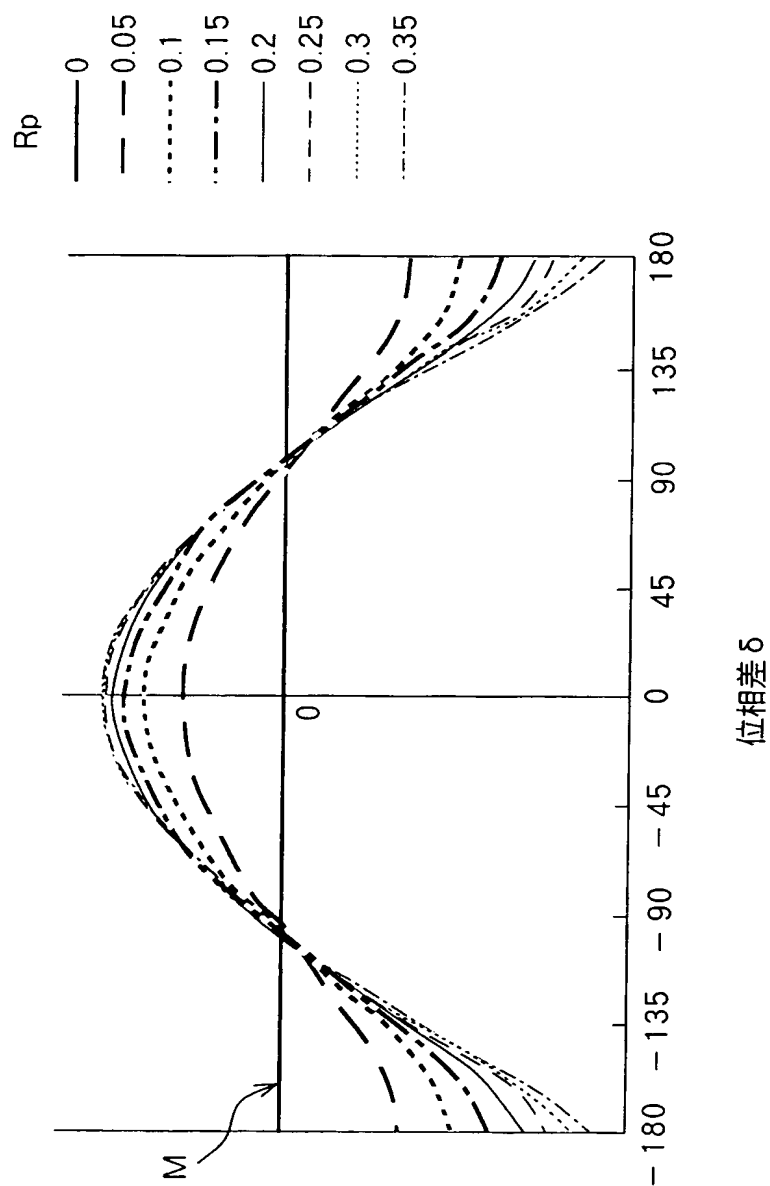
【図 2】



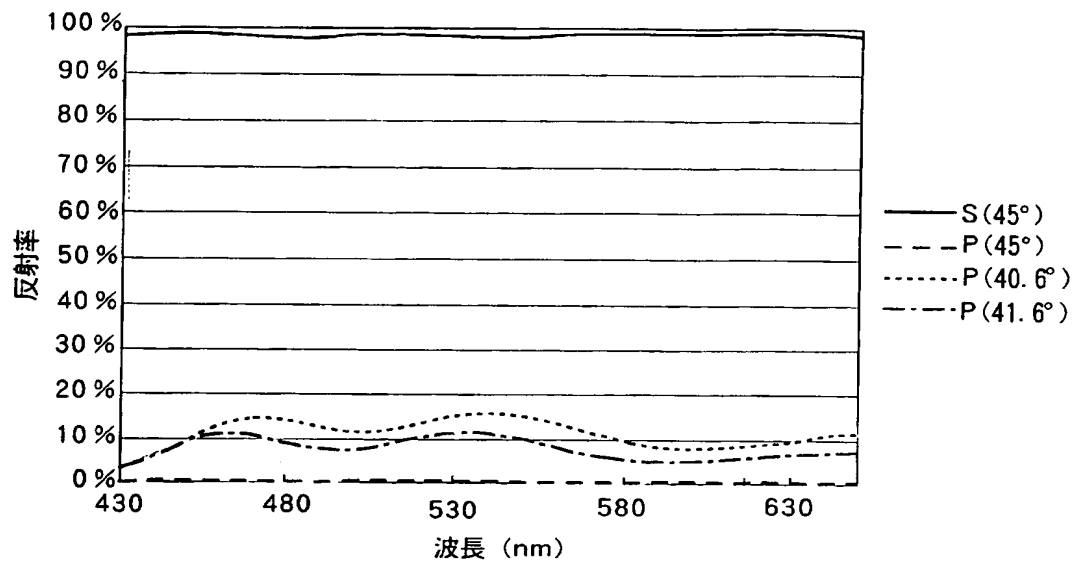
【図 3】



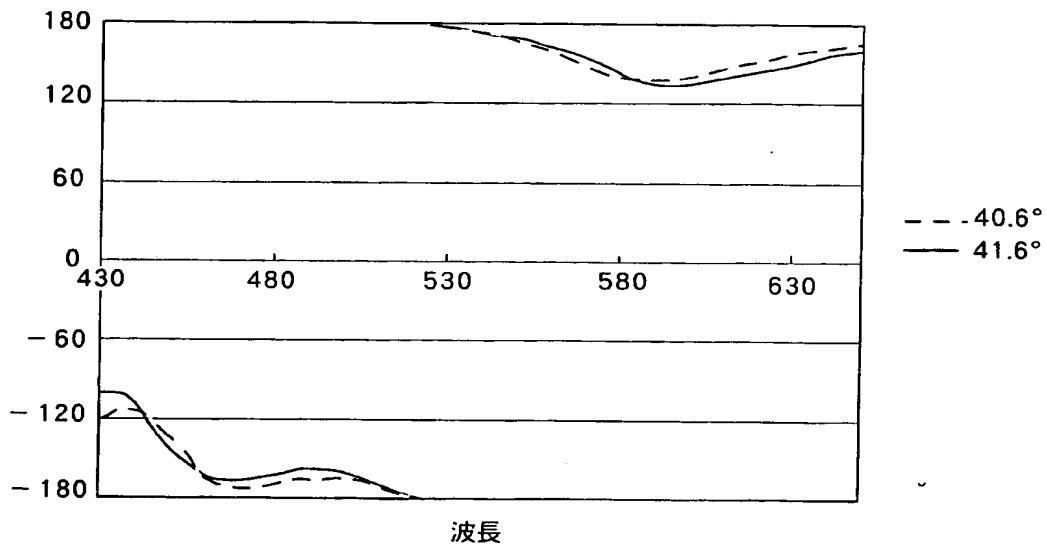
【図 4】



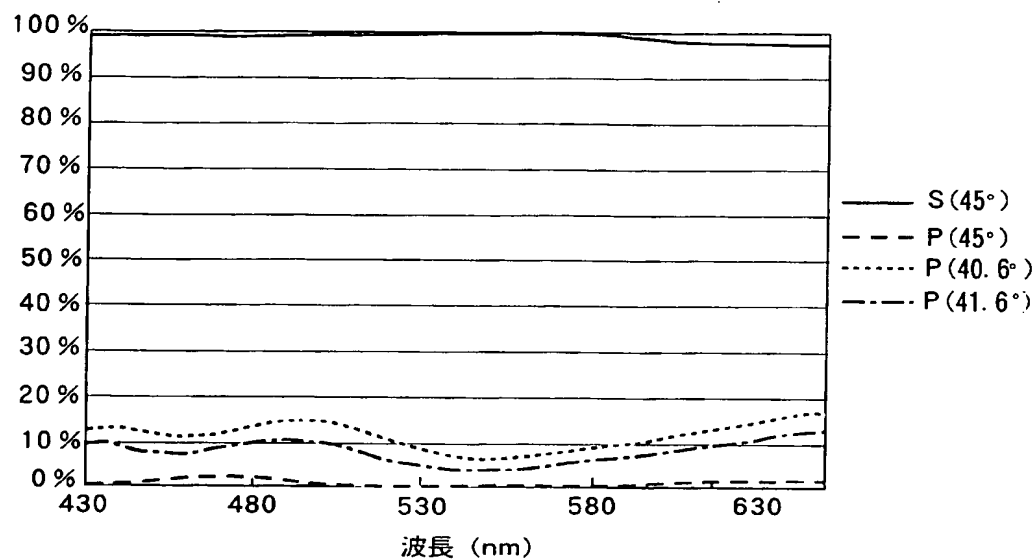
【図 5】



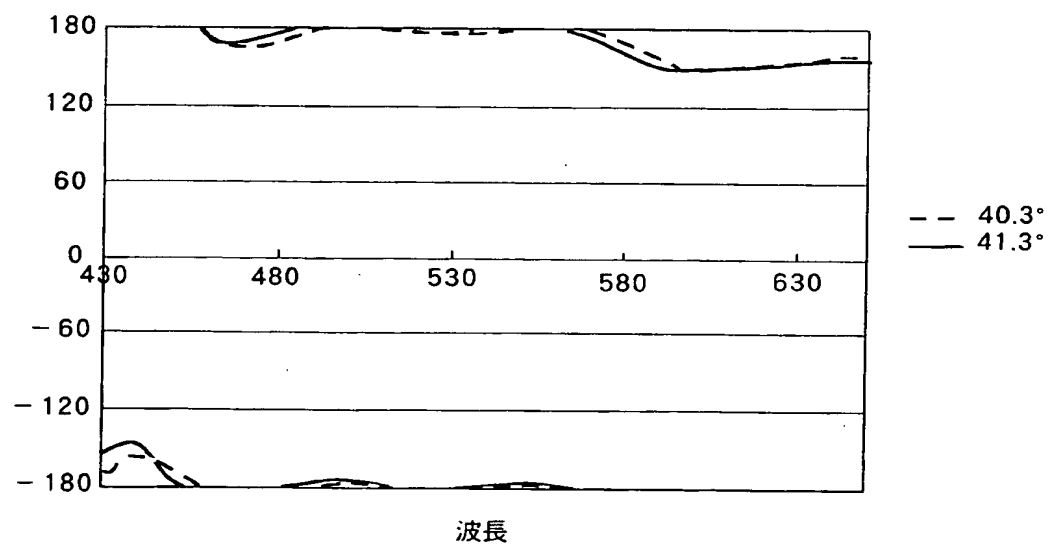
【図 6】



【図 7】

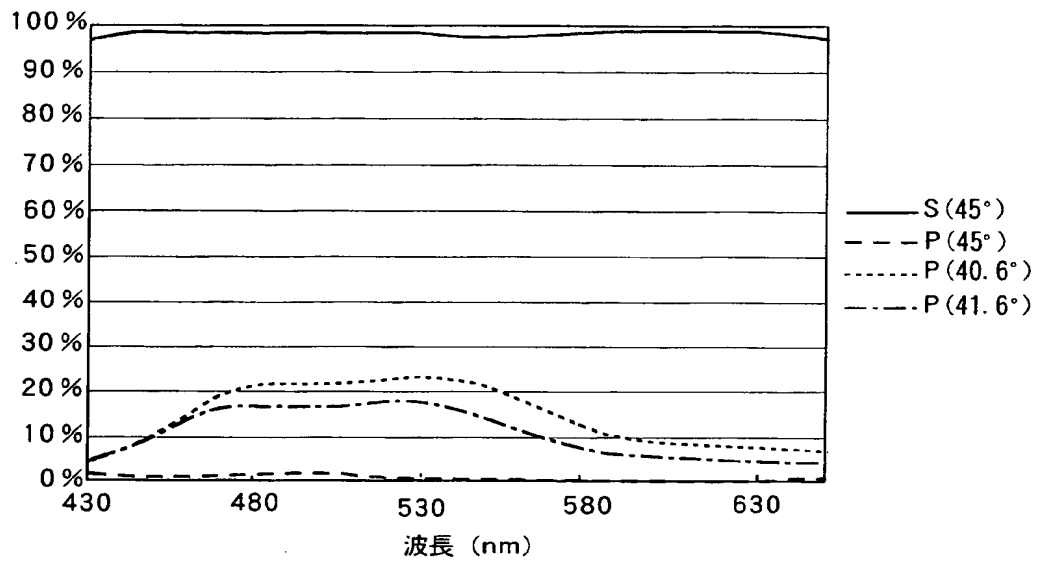


【図 8】

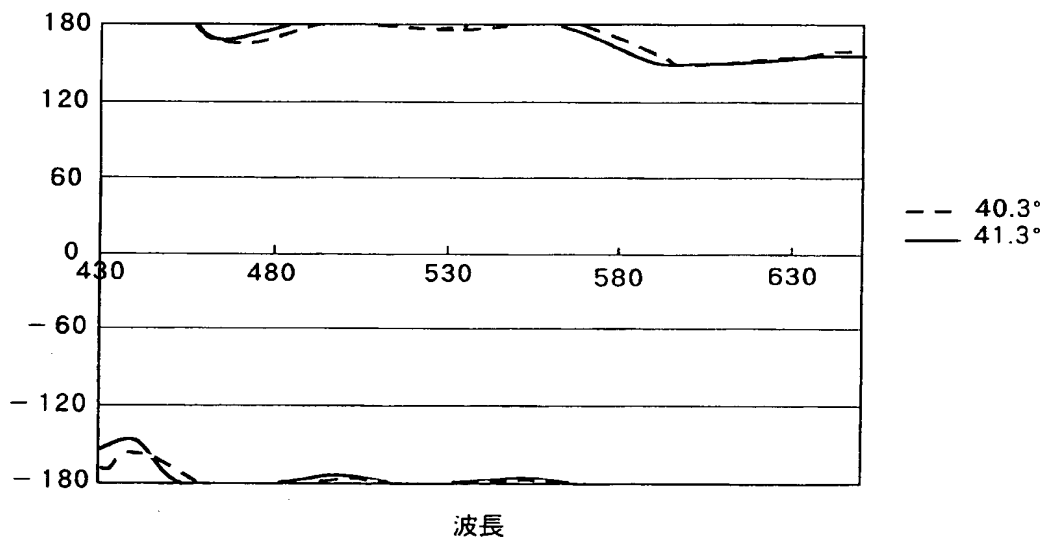




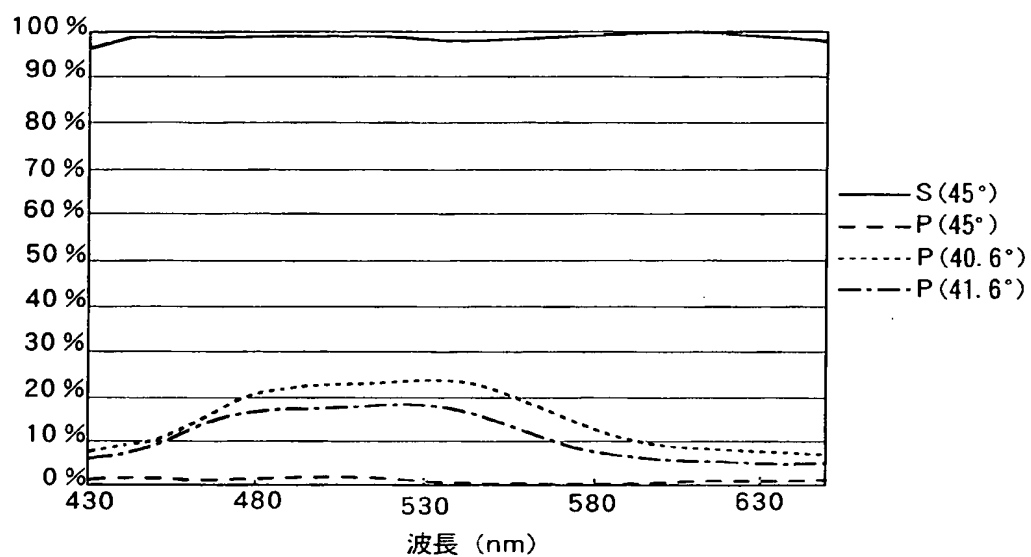
【図 9】



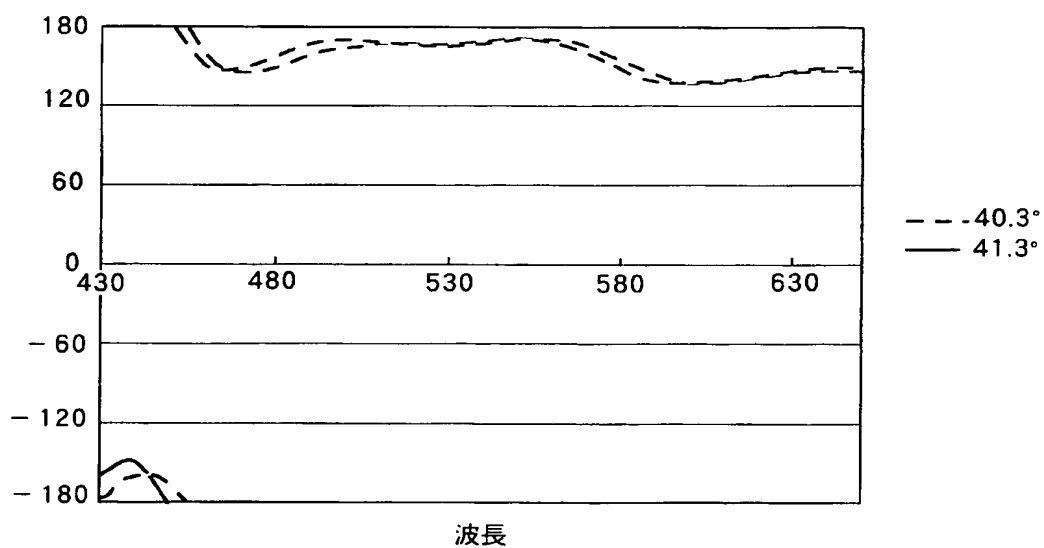
【図 10】



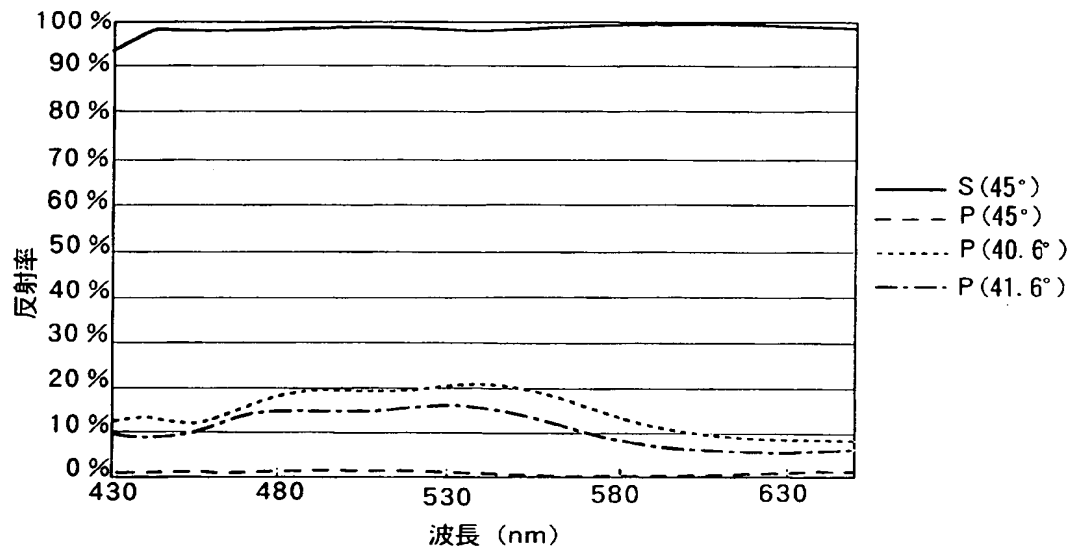
【図 11】



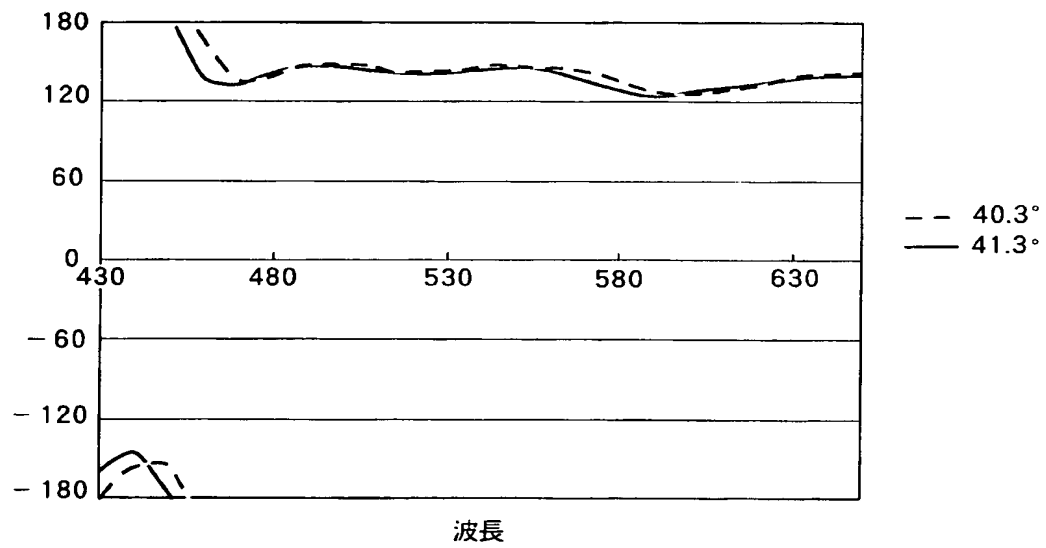
【図 12】



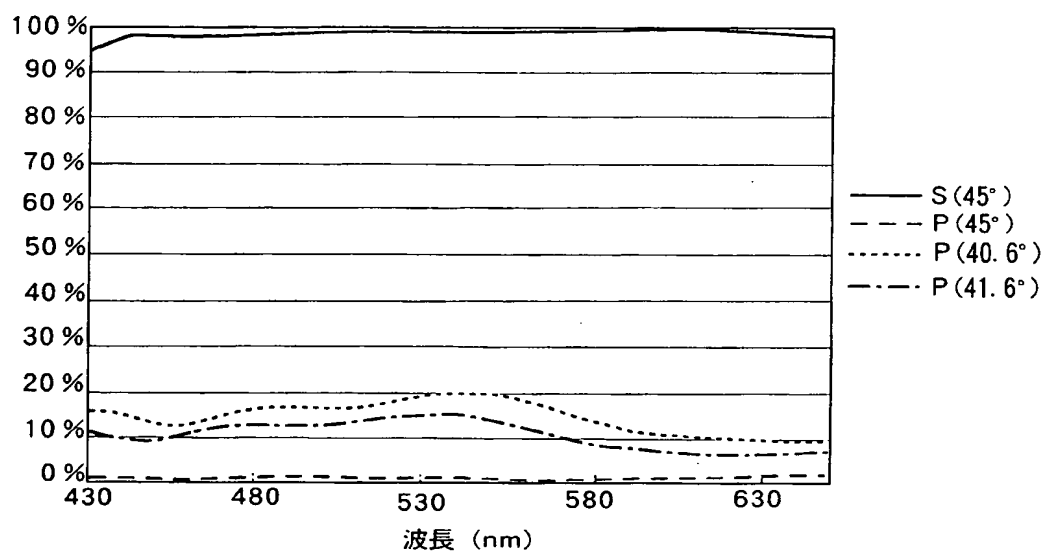
【図 13】



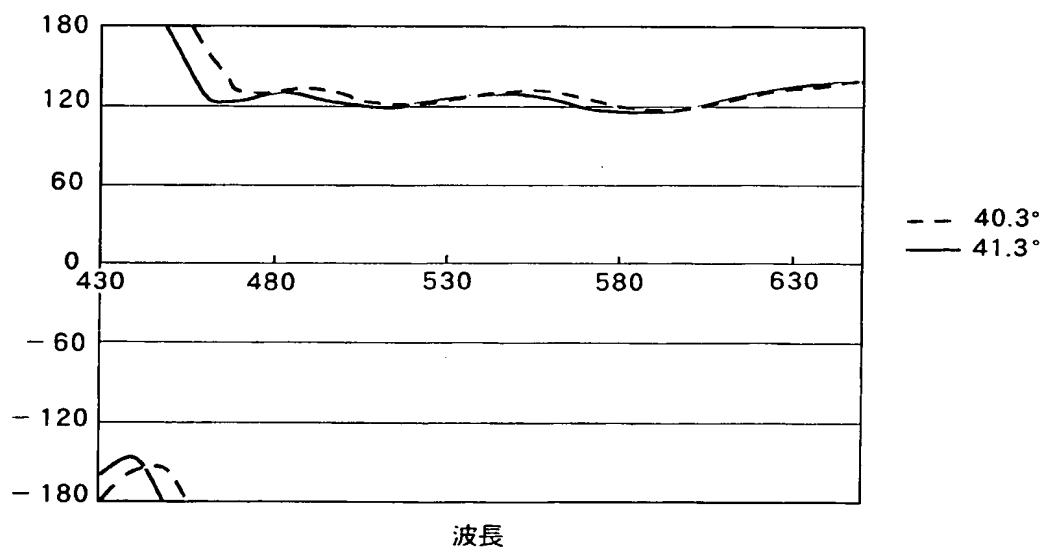
【図 14】



【図 15】

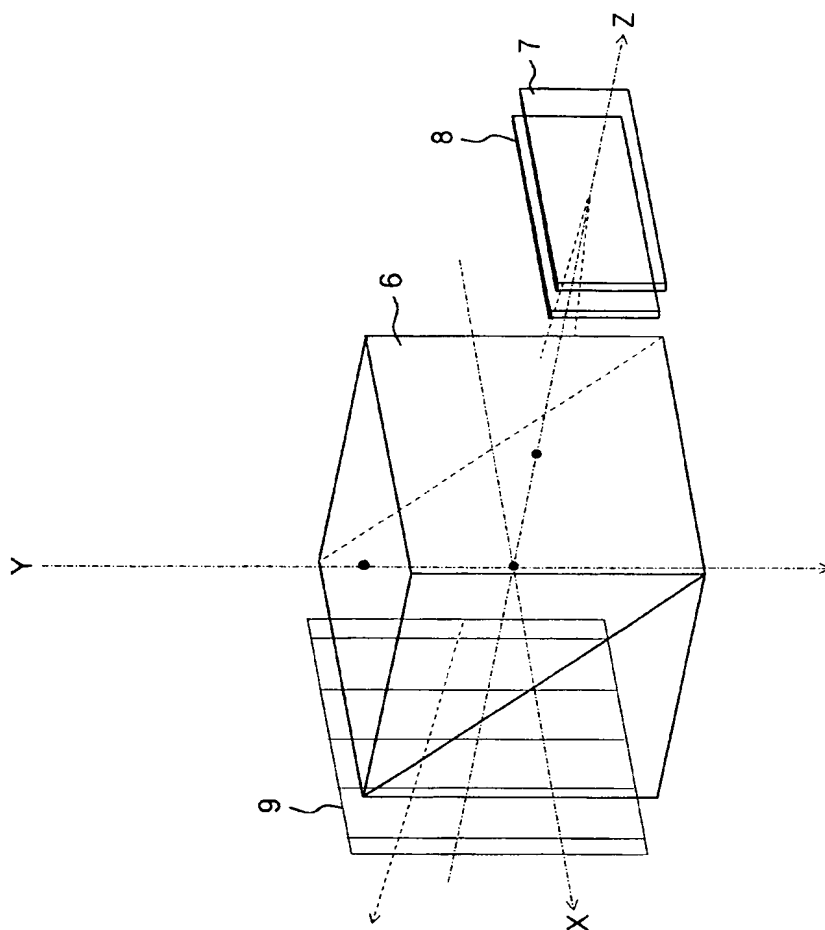


【図 16】

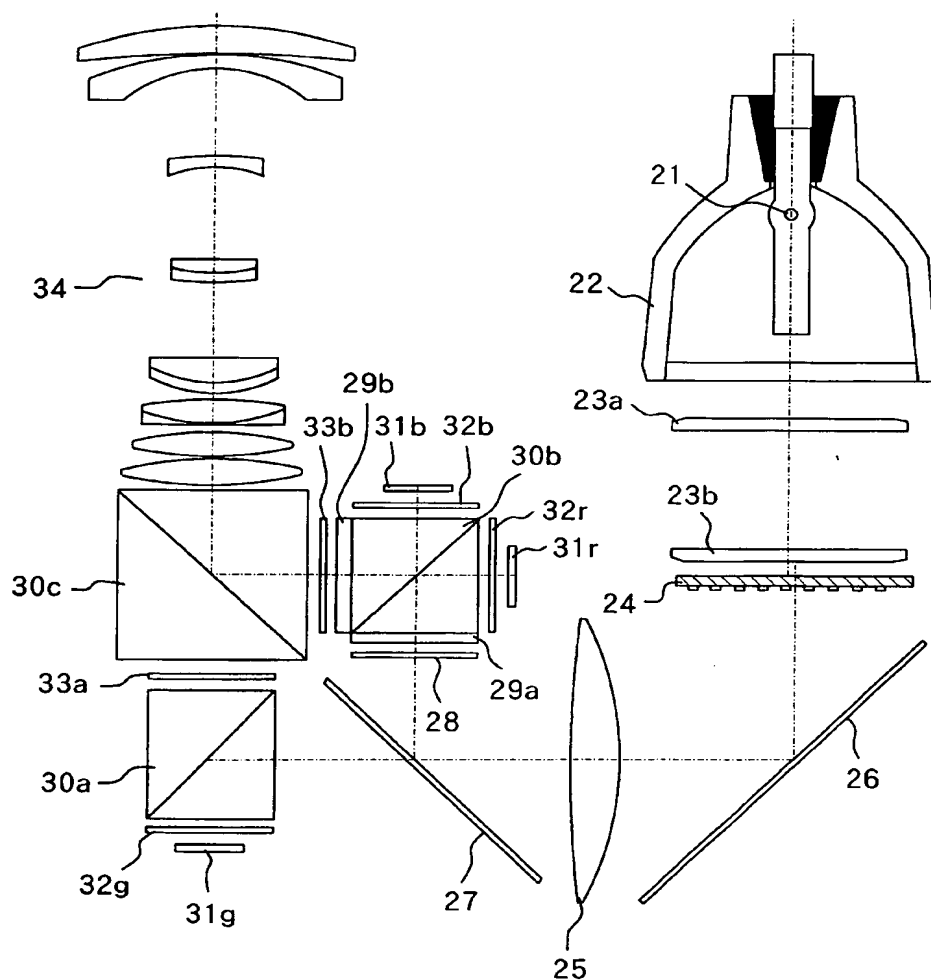




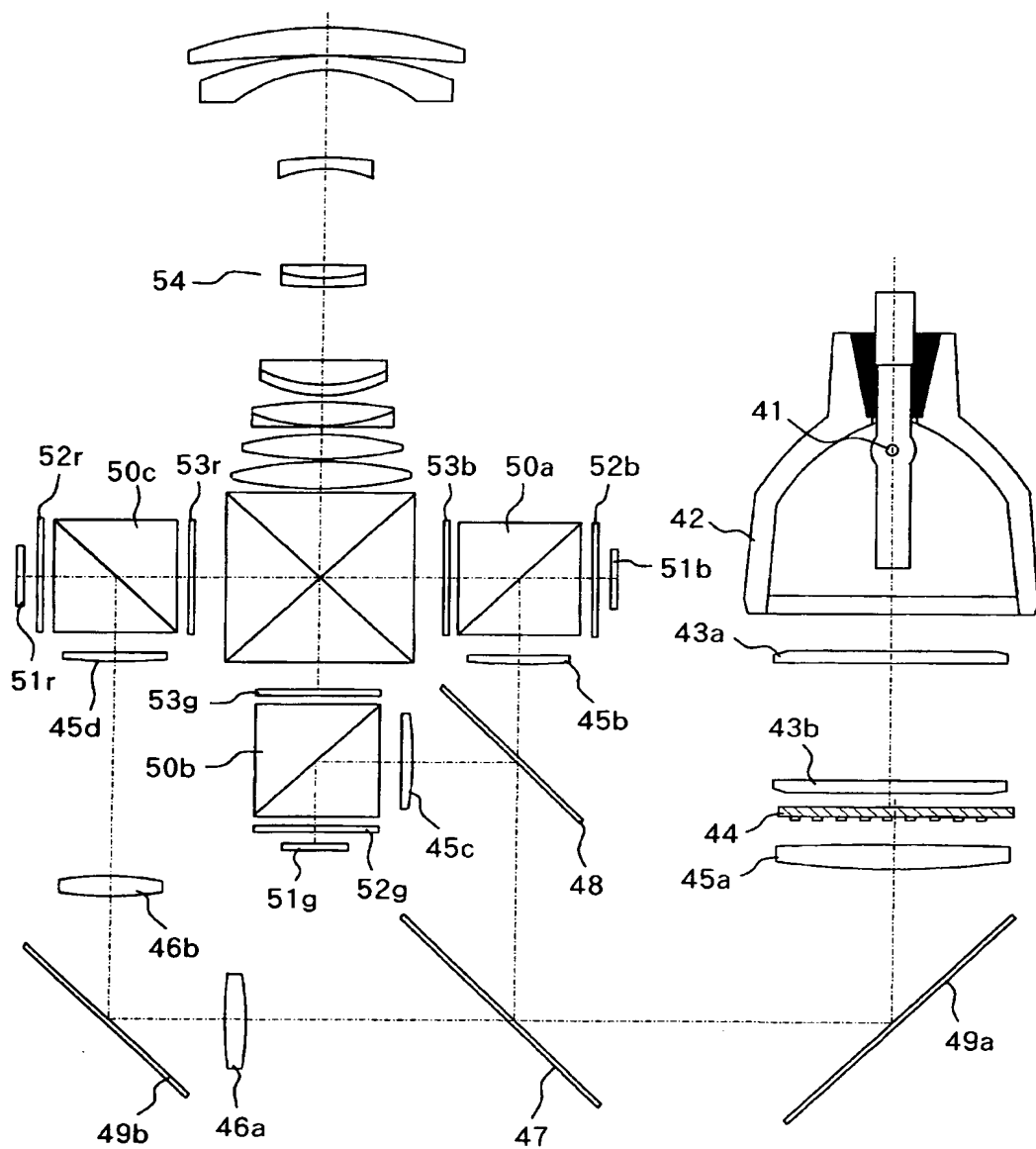
【図 18】



【図 19】

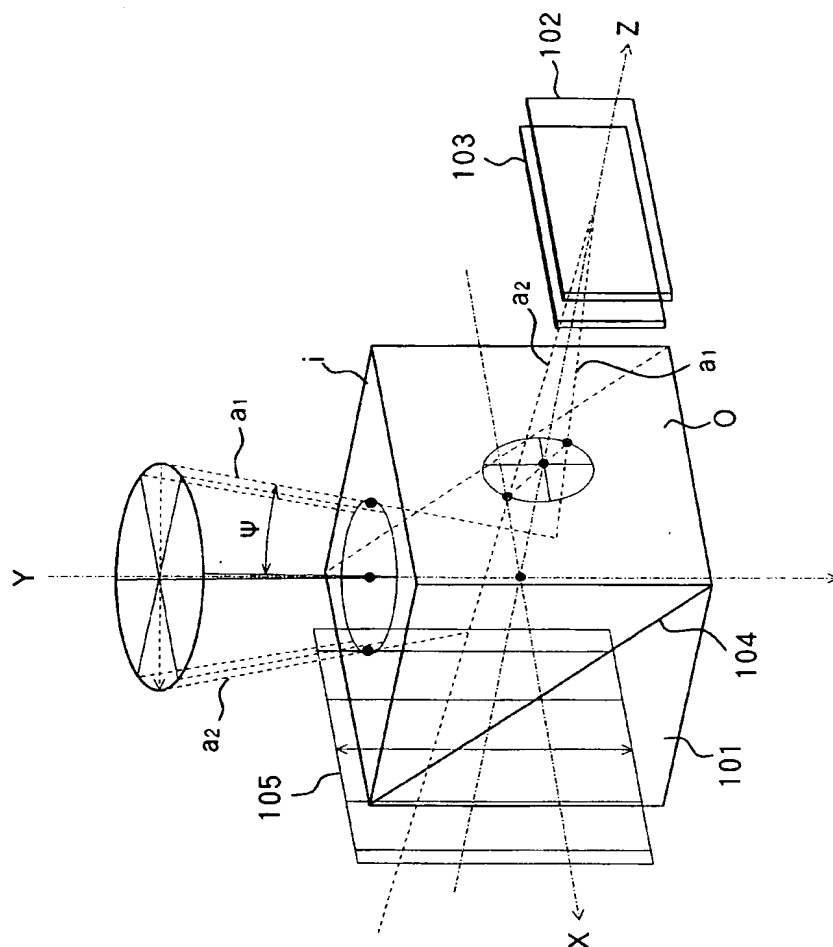


【図 20】

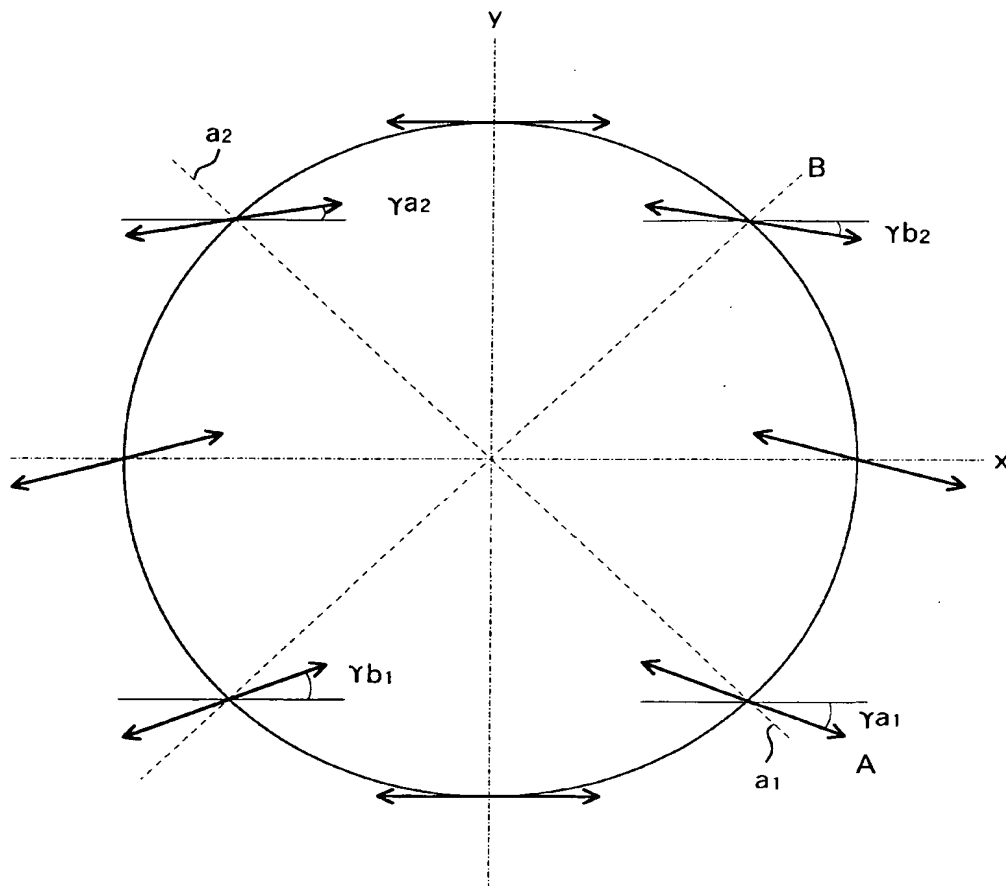




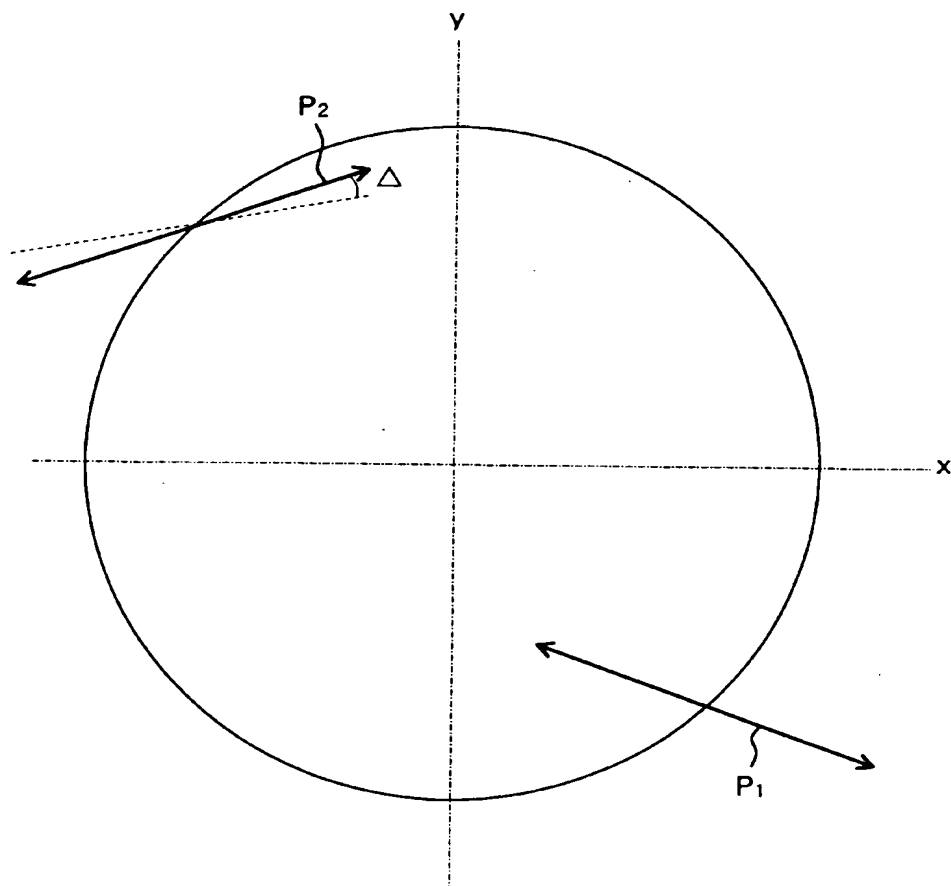
【図 21】



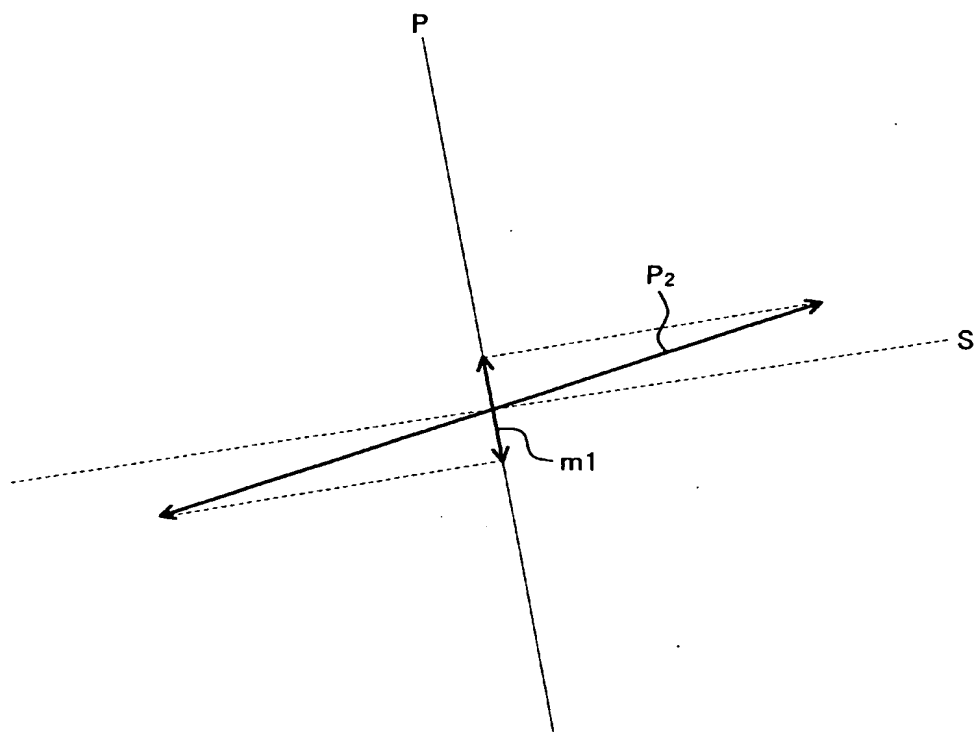
【図 22】



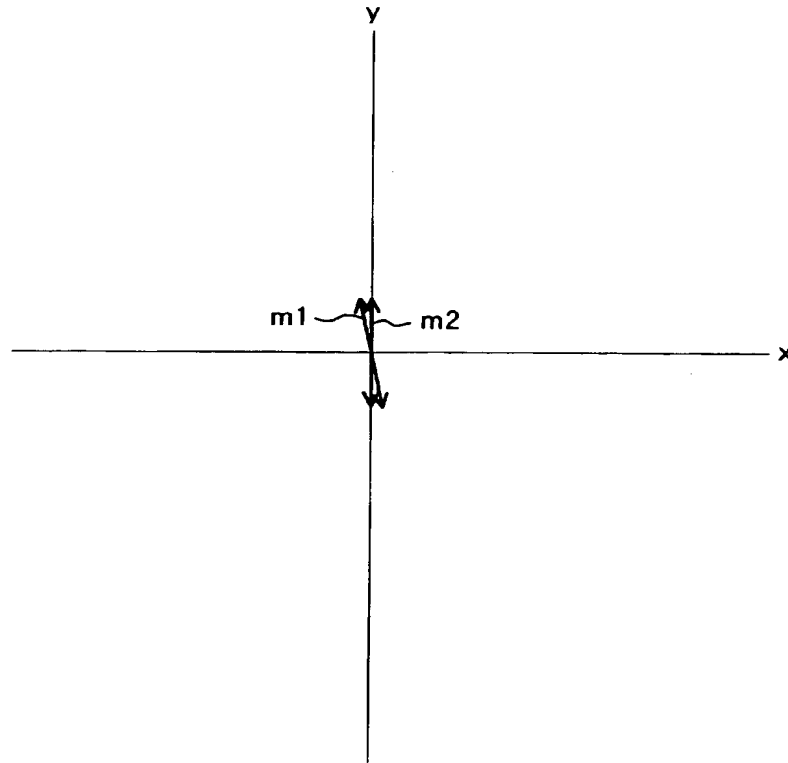
【図 23】



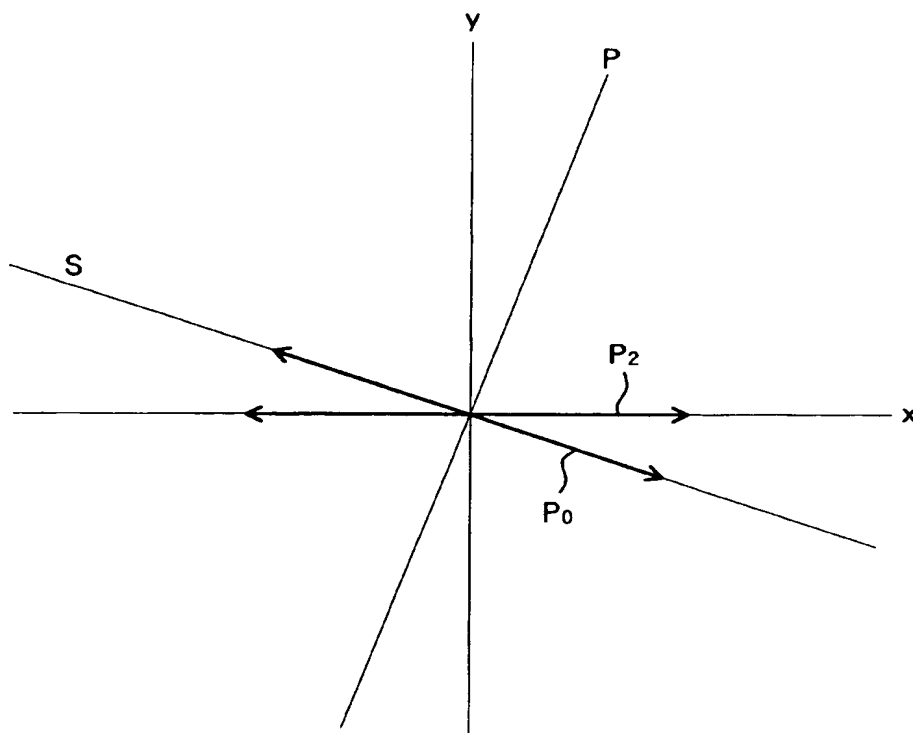
【図 24】



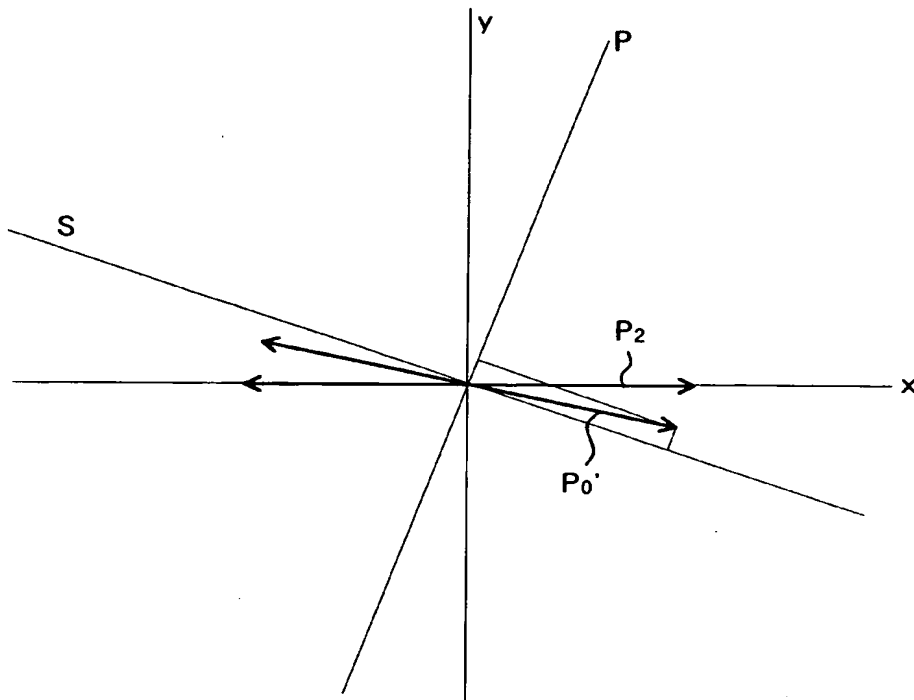
【図 2 5】



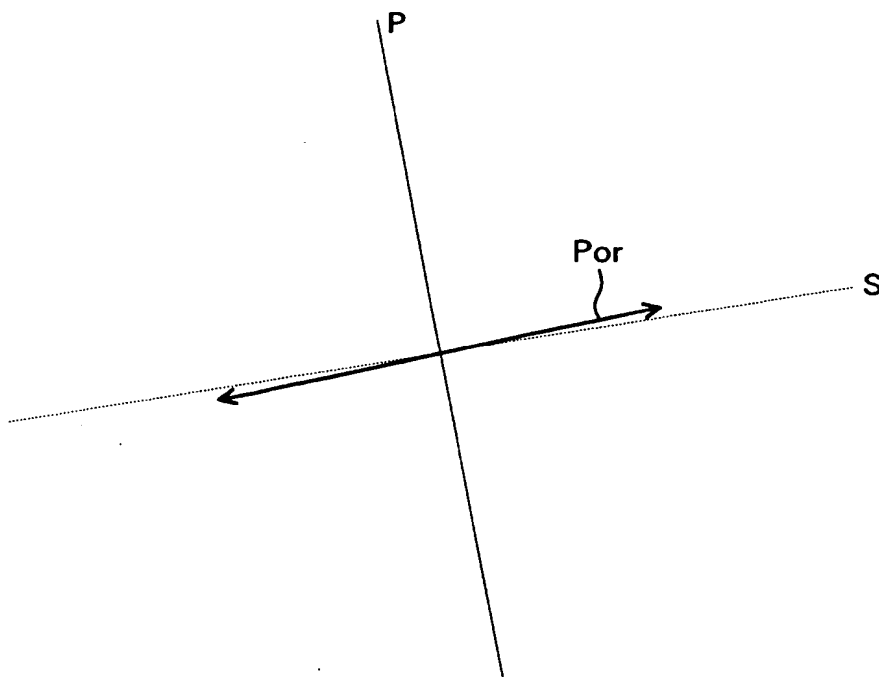
【図 26】



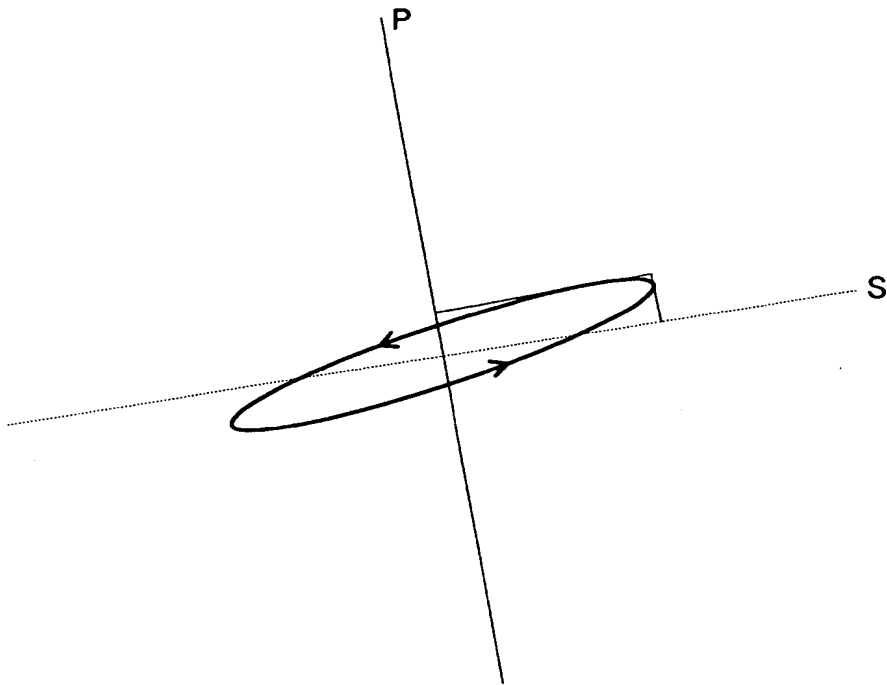
【図 27】



【図 28】

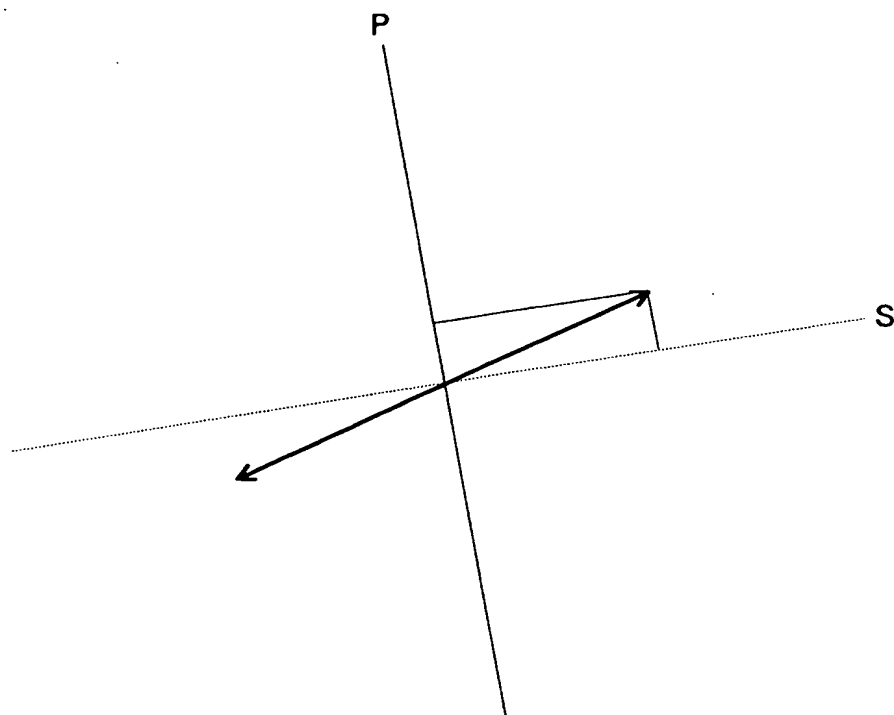


【図 29】

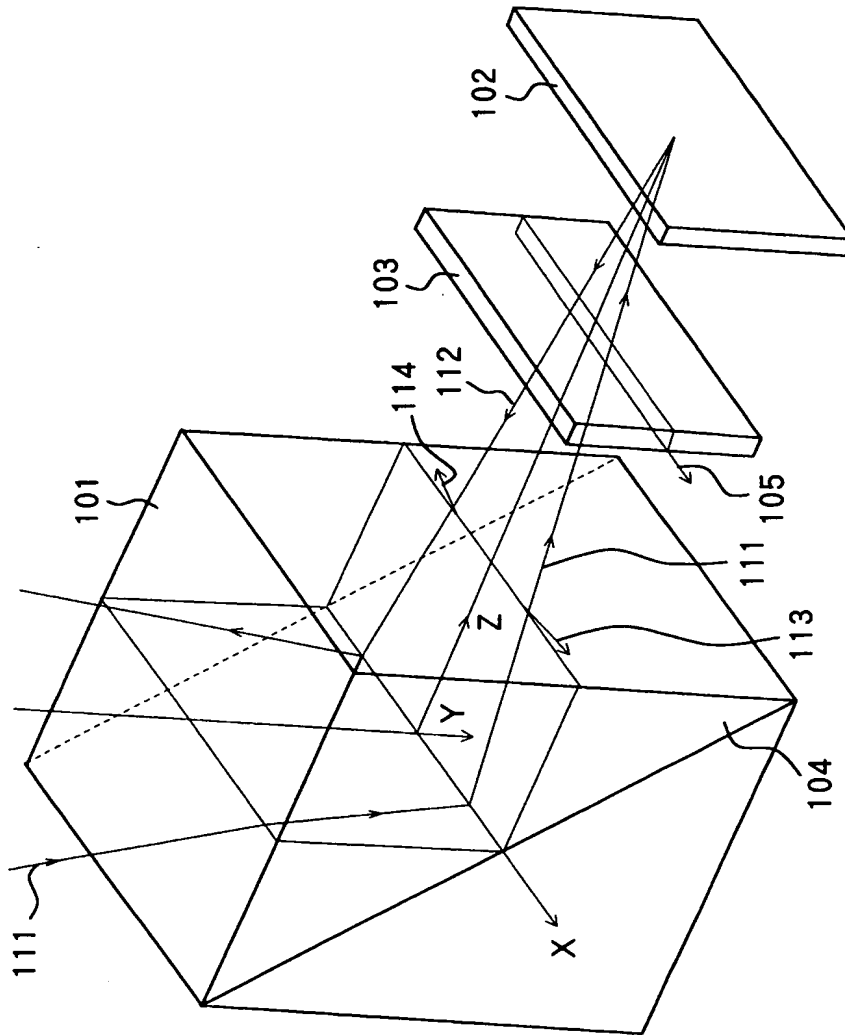




【図 3 0】



【図 31】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 偏光分離膜での検光に際して漏れ光が発生し、投射画像のコントラストが低下する。

【解決手段】 照明光学系 1 ～ 5 からの偏光光を反射型画像表示素子 7 に導くとともに、画像表示素子からの偏光光を検光して投射光学系 1 0 に導く偏光分離膜 6 a を有する偏光分離光学系において、P 偏光と S 偏光の前記偏光分離膜における位相差を  $\delta$  とするとき、 $120^\circ \leq |\delta| \leq 180^\circ$  なる条件を満足する構造を有する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 5 3 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社